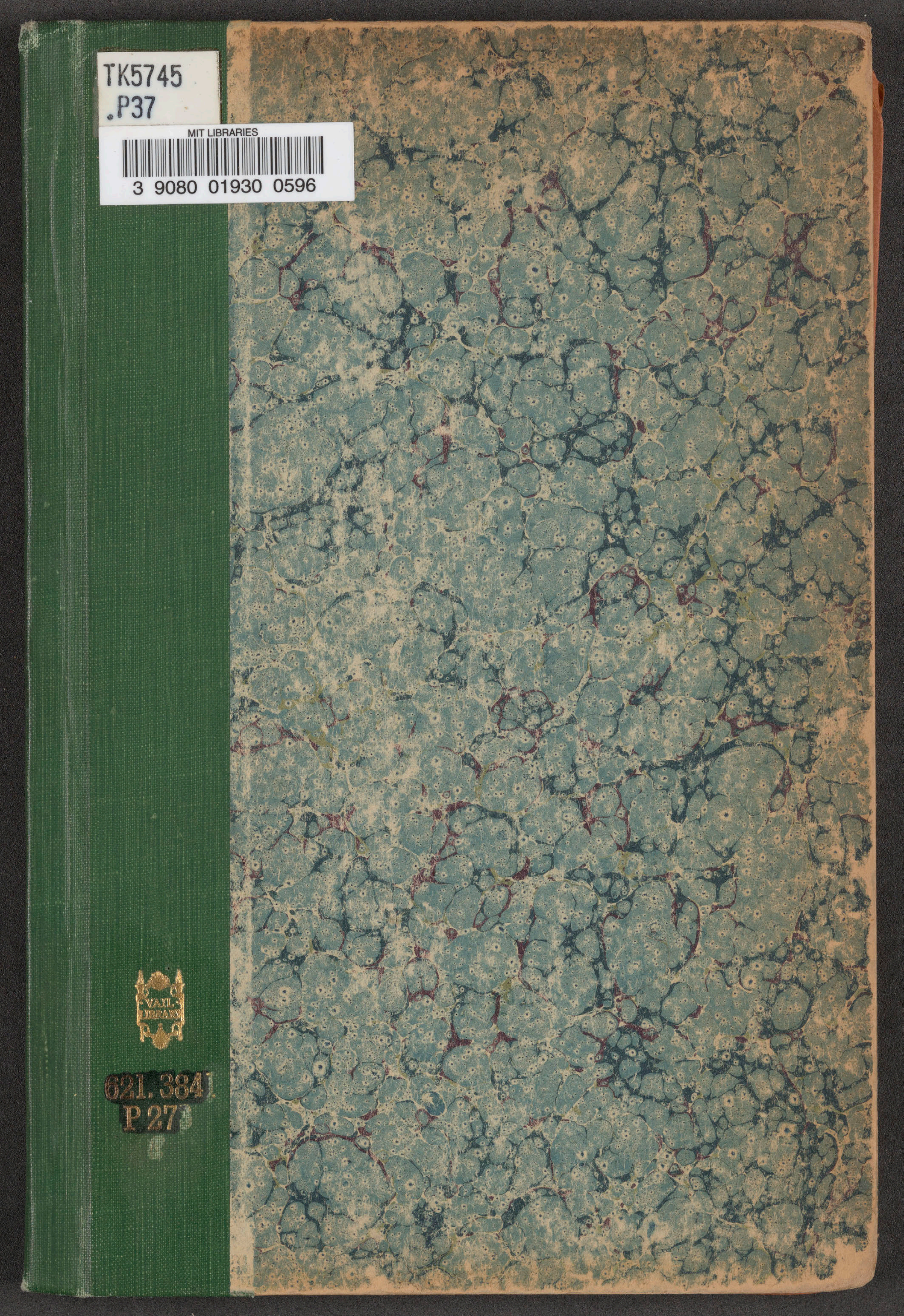
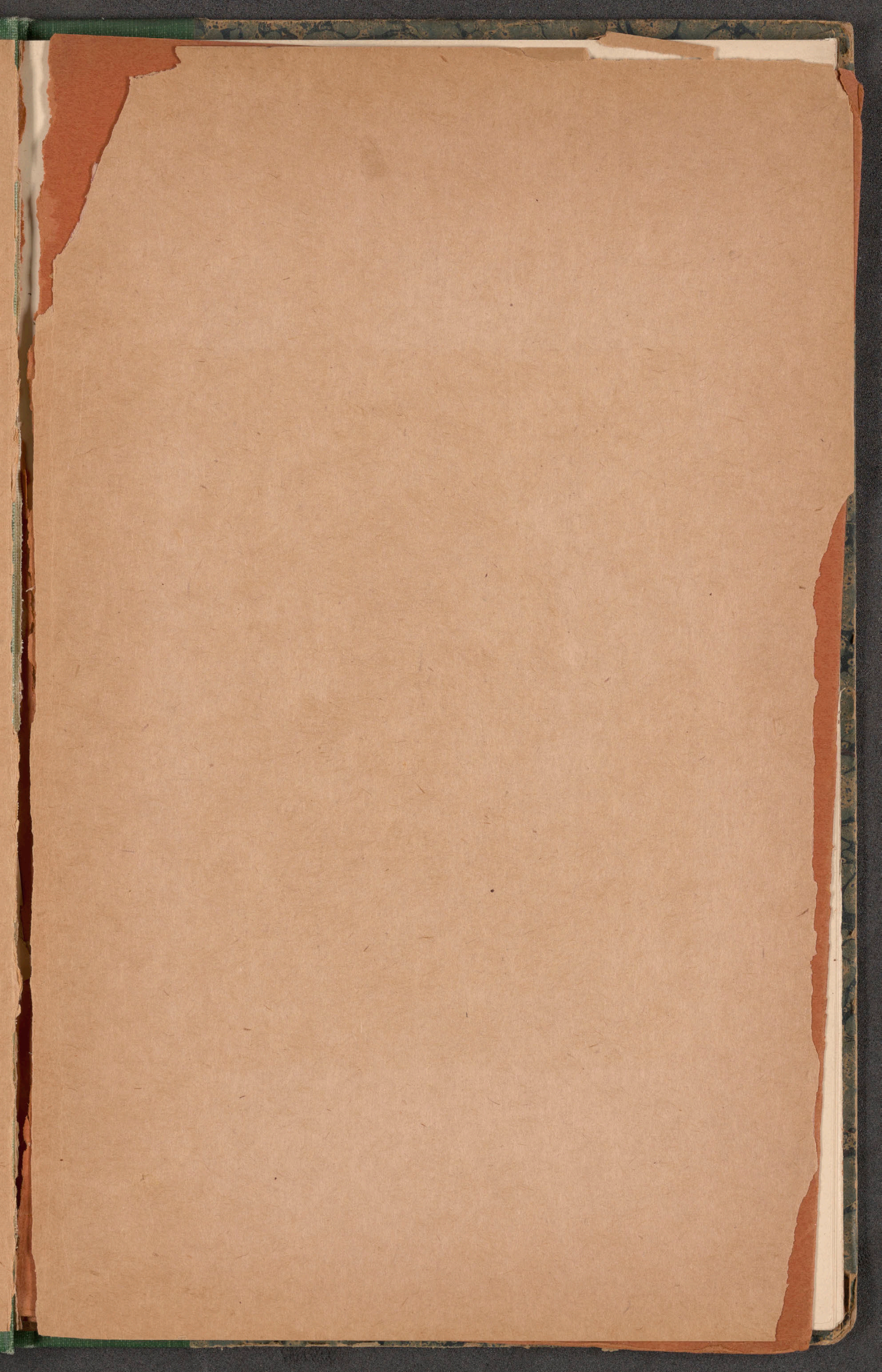
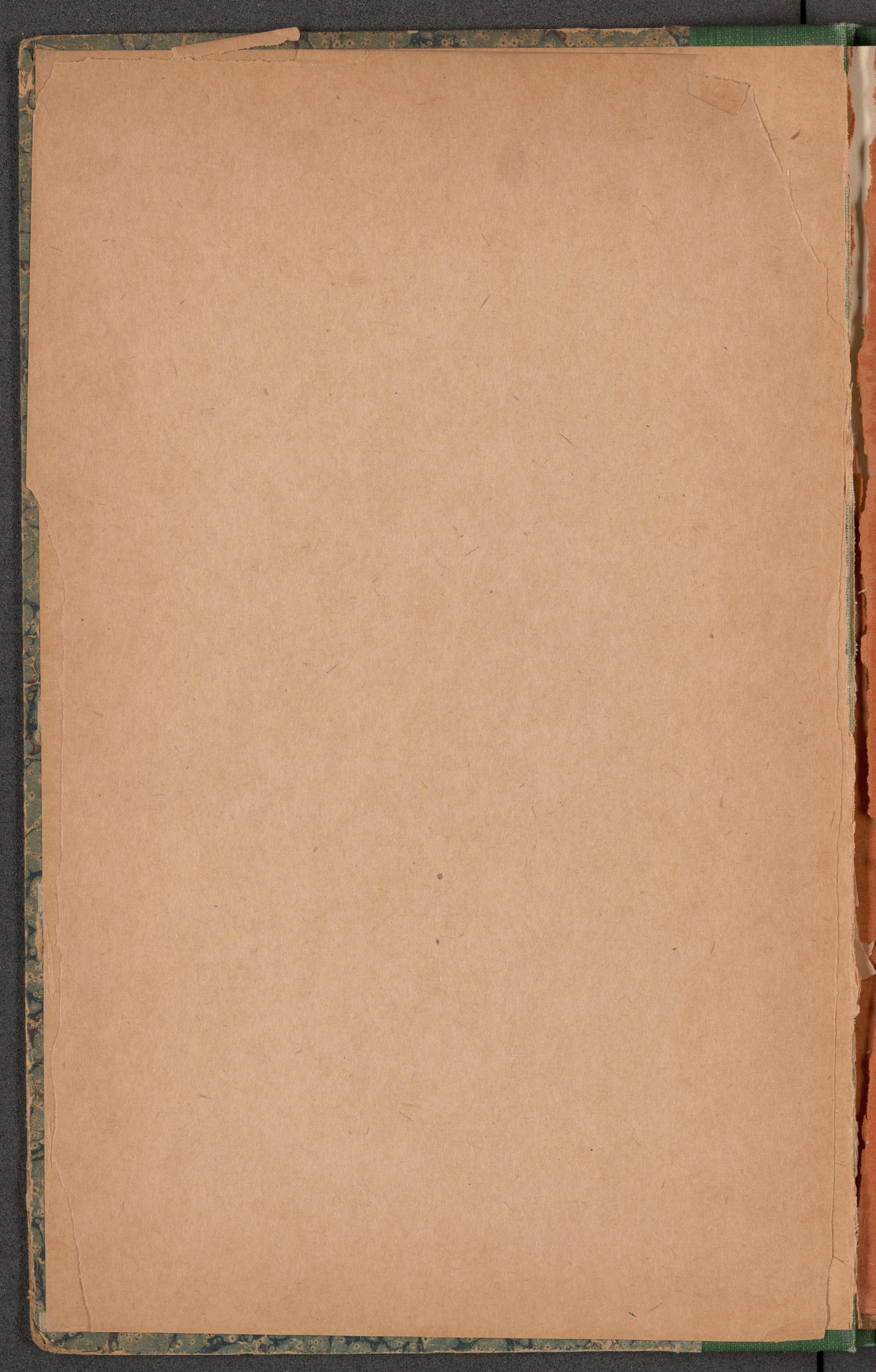



VAIL LIBRARY
Gift of American Telephone and Telegraph Company to the Massachusetts Institute of Technology 1912





Der gegenwärtige Stand der Drahtlosen Telegraphie und Telephonie

Als Ergänzung zu seinem gleichnamigen Werke

bearbeitet von

Gustav Partheil
Oberlehrer in Dessau

Mit 28 Abbildungen



BERLIN W 57
GERDES & HÖDEL
1910

Von demselben Verfasser erschien in unserm Verlage:

Die drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Nach Geschichte, Wesen und Bedeutung für Militär und Marine, Verkehr und Schule gemeinverständlich dargestellt.

Mit 127 Abbildungen und 2 Porträts.

Zweite vermehrte Auflage.

Preis Mark 4.— broschiert, Mark 5.— elegant gebunden.

Das Werk, **dessen Widmung Seine Hoheit Herzog Friedrich II. von Anhalt angenommen hat,** wird von der Presse und von Fachleuten als eine gediegene und leichtverständliche Arbeit empfohlen, die besonders durch ihre Abbildungen instruktiv wirkt.

Gerdes & Hödel, Verlagsbuchhandlung, Berlin W 57.



Der gegenwärtige Stand

der

Drahtlosen Telegraphie und Telephonie

▭ ▭

Als Ergänzung
zu seinem gleichnamigen Werke

bearbeitet von

Gustav Partheil
Oberlehrer in Dessau.

Mit 28 Abbildungen



BERLIN W 57
Gerdes & Hödel
1910

Vorwort.

Im April dieses Jahres wandte sich der Verlag mit der Bitte an mich, eine Neuauflage meines Buches „Die drahtlose Telegraphie und Telephonie“ vorzubereiten. Ich konnte aus gesundheitlichen und amtlichen Gründen diesem Wunsche nicht entsprechen, erklärte mich jedoch zur Herausgabe eines Ergänzungsheftes bereit und übergebe es hiermit der Öffentlichkeit. Es soll in erster Linie den historischen Aufbau meines in zweiter Auflage erschienenen Buches bis zum Jahre 1910 fortführen, wird aber auch demjenigen, der sich über den augenblicklichen Stand dieser Wissenschaft orientieren will, einen ausreichenden Überblick geben.

Der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Telefunken“, sowie der „C. Lorenz - Aktiengesellschaft“ spreche ich für die gewährte Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aus.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

1. Löschfunken 5
2. Tönende Funken 7
3. Großstationen 13
4. Gerichtete drahtlose Telegraphie 17
5. Die drahtlose Telegraphie im Dienste der Luftschiffahrt 22
6. Drahtlose Telephonie 26
   a) System Poulsen 26
   b) System Ruhmer 28
   c) System Telefunken 29
   d) System De Forest 31
   e) System Majorana 32

I. Löschfunken.

Zur Demonstration der Koppelung und Dämpfung bedient man sich der von mir früher[1]) beschriebenen gekoppelten (sympathischen) Oberbeckschen Pendel. Ich will den dort beschriebenen Versuchen noch einen weiteren hinzufügen, der ebenfalls von Oberbeck herrührt und verschiedentlich veröffentlicht ist. In dem Gestell (Fig. 1 a u. b) sind zwei Stangenpendel befestigt, die durch den mittelst eines Gewichts beschwerten Faden

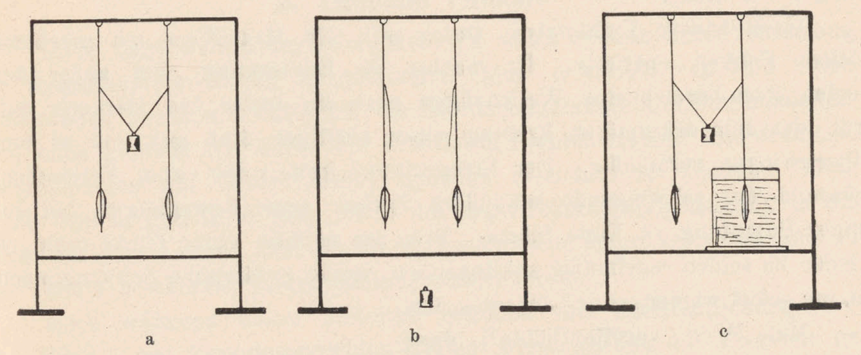


Fig. 1. Oberbecksche Pendel.

gekoppelt sind. Setzt man das eine Pendel in Bewegung, so wird das andere nach und nach zum Mitschwingen veranlaßt. Es macht dieselben Bewegungen, seine Amplitude nimmt zu und erreicht nach einiger Zeit ein Maximum. Gleichzeitig nimmt aber die Amplitude des ersten Pendels ab, und wenn das zweite Pendel seine größte Schwingungsweite erlangt hat, ist die des ersten gleich Null geworden: es ist zum Stillstand gekommen. Jetzt geht das Spiel umgekehrt vor sich. Das schwingende Pendel II überträgt seine Kraft auf I, dessen Bewegung wieder zunimmt bis zum Maximum der Amplitude, während sich II bis zum Nullpunkt verlangsamt. So pendelt auch hier die Energie, wie bei den früher angestellten Versuchen, zwischen den beiden Apparaten hin und her, bis beide durch die natürlichen Hindernisse der Bewegung, Reibung und Widerstand des Mittels, nach und nach zur Ruhe kommen.

[1]) Vgl. Partheil, Drahtlose Telegraphie und Telephonie. 2. Aufl., S. 60 u. 61.

Gleichzeitig läßt sich die Dämpfung an dem geschilderten Instrumentarium demonstrieren. Wenn die Energie von I auf II übertragen und I zur Ruhe gekommen ist, läßt man (Fig. 1c) dieses in ein Gefäß mit Wasser hängen, und die Kraftübertragung kann nur in geringem Maße erfolgen. Nr. II ist sich selbst überlassen und schwingt langsam aus. Brennt man den Faden mittelst eines Zündholzes in dem Augenblicke durch, wenn I in Ruhe steht, so ist das Zurückfluten der Energie unmöglich und II muß ebenfalls langsam ausschwingen.

Professor Max Wien in Danzig-Langfuhr führte Untersuchungen aus über die Schwingungen gekoppelter Systeme im Braunschen Sender. Bei Verwendung der gewöhnlichen 1—2 cm langen Funken bemerkte er, wie bekannt, das Herüber- und Hinüberpendeln der Energie zwischen dem primären und dem sekundären Schwingungskreise. Die beiden Wellenzüge setzten abwechselnd bei I und II ein, wurden infolge der Dämpfung innerhalb der Funkenstrecke immer kleiner und kamen nach einigen Schwingungen zur Ruhe.

Ganz andere Verhältnisse traten auf, als Max Wien mit möglichst kleinen Funken operierte. Er machte die Entdeckung, daß außer den beiden eben bezeichneten Wellenzügen noch ein dritter und stärkerer auftrat, der dem sekundären Systeme einen kräftigen Stoß gab und es zum Mitschwingen veranlaßte. Der Erregerfunke kam sofort zum Verlöschen, während das schwingende sekundäre System seine Bewegungen bei geringer Dämpfung zu Ende führte. Erst der nächste kurze Funke regte es wieder zu seinen regelmäßig abklingenden, wenig gedämpften Schwingungen an, um selbst wieder schnell auszulöschen.

Max Wien veröffentlichte[1]) diese seine Beobachtung bereits Ende 1906. Die Fig. 2 zeigt eine Nachbildung der dem erwähnten Artikel beigefügten Zeichnung. Sie gibt die von ihm beobachteten Wellenkurven an. Er selbst erklärt a. a. O. die Vorgänge folgendermaßen:

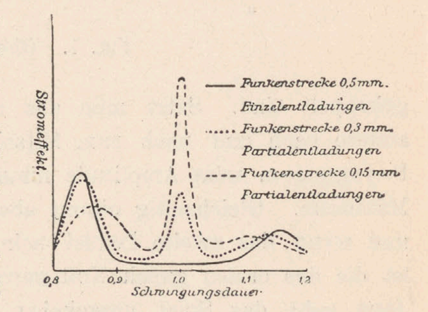


Fig. 2. Wellenkurven von Prof. Wien.

„Die Ursache der drei Schwingungen dürfte darin zu suchen sein, daß der Widerstand der sehr kurzen Funkenstrecke sehr schnell zunimmt, so daß die Schwingungen in dem System I sehr bald verschwinden und nur die im System II übrig bleiben. Dieses schwingt dann für sich als ungekoppeltes Einzelsystem mit der eigenen Schwingungszahl und Dämpfung weiter. Vielleicht gelingt es auf diese Weise, besonders wenig gedämpfte Schwingungen zu erzielen."

[1]) Physikalische Zeitschrift Nr. 23 vom 15. November 1906.

Die alte Braunsche Schaltung[1]) unterscheidet sich vom neuen Wienschen Sender dadurch, daß bei letzterem zwischen dem Erregersystem (dem Stoßerreger) und der Antenne noch ein Zwischensystem eingeschaltet ist, in dem die schwach gedämpften Schwingungen erregt werden und das sie dann induktiv auf die Antenne überträgt. Bei dem Braunschen Sender war die Antenne als ein Stück des sekundären Schwingungskreises an der Erzeugung der Wellenlänge beteiligt. Der Einfluß der atmosphärischen Elektrizität gab daher oft zu bedenklichen Störungen Anlaß. Aus der Wienschen Skizze erhellt, daß die Antenne keineswegs auf die Schwingungen des Zwischensystems abgestimmt zu sein braucht.

Die Ursache des schnellen Erlöschens der kleinen „Zischfunken"[2]) liegt nach Wiens Ansicht in der geringen Wärmeträgheit kleiner Funkenstrecken.

2. Tönende Funken.

Ende 1906 wurde von Telefunken ein neues System unter Benutzung der ungedämpften Wellen ausgearbeitet. Man erwartete von ihm einen bedeutenden Fortschritt bezüglich der Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit, auch glaubte man außer der drahtlosen Ferntelegraphie eine drahtlose Ferntelephonie auf Grund dieses Systems erreichen zu können. Trotz großer Mühen gelang es aber nicht, der neuen Einrichtung Eingang in die Praxis zu verschaffen; man mußte die beschrittene Bahn verlassen und zu den bereits bewährten Konstruktionen zurückkehren.

Noch während dieser Arbeiten erschien die Veröffentlichung von Max Wien. Auf Veranlassung des Grafen Arco wurden die Versuche im Laboratorium von Telefunken nachgearbeitet und gelangen tadellos. Der Weg zu einem neuen Ziele war gewiesen; aber erst nach langer und mühsamer Arbeit konnte dieser Weg gangbar gemacht werden. Endlich, im März 1908, fand man die Lösung der gestellten Aufgabe. Zweierlei Bedingungen hatte diese zu erfüllen: sie hatte einwellige, wenig gedämpfte Wellenzüge zu liefern und andernteils eine rasche und sehr regelmäßige Funkenfolge zu ermöglichen.

Bei den älteren Systemen benutzte auch Telefunken 1—2 cm lange Funken mit 15—20 Wechseln pro Sekunde. Durch Erfahrungen, welche die Ingenieure der Gesellschaft besonders bei Aufstellung ihrer Apparate in Amerika gesammelt hatten, war man zu der Überzeugung gekommen, daß man mit kurzen, schnell aufeinander folgenden Funkenstößen eine mehrmals größere Entfernung überbrücken könne als mit längeren und lang-

---

[1]) Partheil, a. a. O., Fig. 20 u. 21.

[2]) So wurden sie anfangs von Wien genannt. Der Name „Löschfunken" rührt von Rendahl her, dem damaligen Chef des Laboratoriums von Telefunken.

sameren Pulsationen. Man erhielt auf diese Weise große Schwingungsenergie bei relativ kleiner Maximalspannung.

Als primäre Energie benötigt man eines hochfrequenten Wechselstromes von 500—2000 sekundlichen Wechseln.

Der Sender besteht aus einem Erregerkreise, der die Löschfunkenstrecke enthält und aus dem mit ersterem galvanisch oder induktiv gekoppelten Luftleitersystem.

Der je nach Größe der Station auf 4000—70000 V. transformierte Maschinenstrom gelangt zuerst zur Löschfunkenstrecke. Um eine Lichtbogenbildung zu vermeiden, muß die Funkenstrecke unterteilt sein. Sie besteht daher aus einer nach der Höhe der Spannung bemessenen Anzahl von hintereinanderliegenden Metallringen, die durch schmalere Glimmerringe voneinander getrennt sind und in dem gewünschten, genau regulierten Abstande festgehalten werden. Es entstehen also, der Größe der umzusetzenden Energie entsprechend, in Serien geschaltete Teilfunkenstrecken. Als Material für die Elektroden haben sich diejenigen Metalle am besten bewährt, die zugleich die besten Leiter der Wärme sind, nämlich Kupfer und Silber.

Bei dem älteren Telefunkensysteme erzeugten die Funken beim Überspringen außerordentlich starke Detonationen. In Nauen mußte der im oberen Stockwerk liegende Raum, der die Batterie Leydener Flaschen und die gewaltige, aus zwei Metallringen bestehende Funkenstrecke enthielt, schalldicht gegen den Telegraphierraum isoliert werden, und trotzdem hörte man die Funken wie dumpfe Schläge. Kleinere Schiffsstationen erzeugten ein Funkengeknatter wie von Flintenschüssen. Von alledem ist bei den neuen Apparaten nichts zu bemerken: die mit großer Schnelligkeit und Regelmäßigkeit überspringenden Funken erzeugen, ihrer Frequenz entsprechend, einen reinen musikalischen Ton, dessen Höhe durch die Schwingungszahlen 500—2000 begrenzt wird, also etwa zwischen c_2 und c_4 liegt. Aus diesem Grunde erhielt das neue System den Namen „Tönende Funken“.

Auf der Station Nauen war[1]) als Kapazität eine Batterie von 360 Leydener Flaschen aufgestellt. Die Glasgefäße mußten mit großer Sorgfalt ausgewählt werden, und trotzdem wurden ab und zu einige zertrümmert. Das neue System erfordert bezüglich der Kapazität weit weniger Sorgfalt. Es war sogar möglich, die wegen ihrer geringeren Durchschlagsfestigkeit weit ungünstigeren Papierkondensatoren zu verwenden. Der durch Ausstrahlung erzeugte Energieverlust ist weit kleiner als beim alten Systeme, weil infolge der wenigen Primärschwingungen die Umgebung nur in geringem Maße ionisiert[2]) wird.

---

[1]) Partheil, Drahtlose Telegraphie und Telephonie, S. 98.

[2]) Ionen (die Wandernden) sind die kleinsten Teile, in die bei der Elektrolyse der zu zersetzende Körper (der Elektrolyt) gespalten wird. Die Ionen sind teils

Beim Arbeiten mit der Löschfunkenmethode ergibt sich eine große Ökonomie bezüglich des Nutzeffektes. Genaue Messungen haben gezeigt, daß bei Anwendung eines 500periodigen Wechselstromgenerators von 2 KW Leistung der Gesamtwirkungsgrad 50 % beträgt und sich bei größeren Apparaten noch erhöht. Bei gewöhnlichen Funkenstationen rechnet man höchstens mit 20 % und bei Verwendung der Bogenlampen auf 10 bis 15 %. Die „Tönenden Funken" beanspruchen daher eine bei weitem geringere Primärenergie, wodurch nicht nur die Anlagekosten erniedrigt werden, sondern wodurch es auch möglich ist, mit Apparaten von geringerer Größe und geringerem Gewicht größere Wirkungsgrade zu erreichen. Die beiden letzteren Vorteile sind für Schiffstationen, für fahrbare Militärstationen und besonders für Luftschiffe von großer Wichtigkeit, weil bei ihnen an Raum und an Transportkraft so viel wie möglich gespart werden muß.

Der sekundäre Schwingungskreis besteht außer den Widerstandsspulen aus dem Variometer und der Antenne.

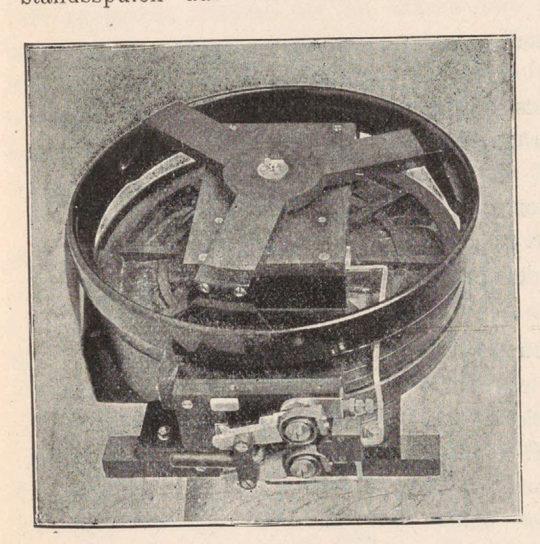


Fig. 3. Variometer.

Das Variometer (Fig. 3) dient zur Veränderung der Wellenlänge. Es besteht aus einer festen und einer drehbaren kreisförmigen Scheibe. In jede derselben sind Drahtwindungen derart eingefügt, daß es möglich ist, sie hinter- oder nebeneinander zu schalten. Stehen die Scheiben so, daß sich die Felder der vier Spulen addieren, so ist die größte Selbstinduktion vorhanden; wenn sie entgegengesetzt sind, ist diese am niedrigsten. Während das Variometer die Selbstinduktion kontinuierlich zu ändern gestattet, ist ein Teil der übrigen Widerstände (Spulen) zur sprungweisen resp. stufenweisen Änderung eingerichtet. Es ist sonach möglich, jede gewünschte Wellenlänge innerhalb der gegebenen Grenzen mit Leichtigkeit einzustellen. Bei gleichbleibender primärer Kapazität vermag man die Wellenlänge bei den einfacheren Instrumentarien innerhalb 500 und 2000 m, bei komplizierteren Apparaten innerhalb 600 und 3000 m jederzeit zu variieren.

---

elektropositiv und wandern dann zum negativen Pole (der Kathode), teils elektronegativ, und sammeln sich am positiven Pole (der Anode). Ist ein Körper (z. B. Luft, Wasser) mit Ionen angefüllt, so pflegt man ihn ionisiert zu nennen.

Die von Max Wien angegebene „Zwischenkreisschaltung“ (Fig. 4 a) ist aus technischen Rücksichten bisher noch nicht eingefügt, sondern man ist bei der alten Braunschen Anordnung (Fig. 4b) verblieben. Auch die bisherige Antenne ist beibehalten.

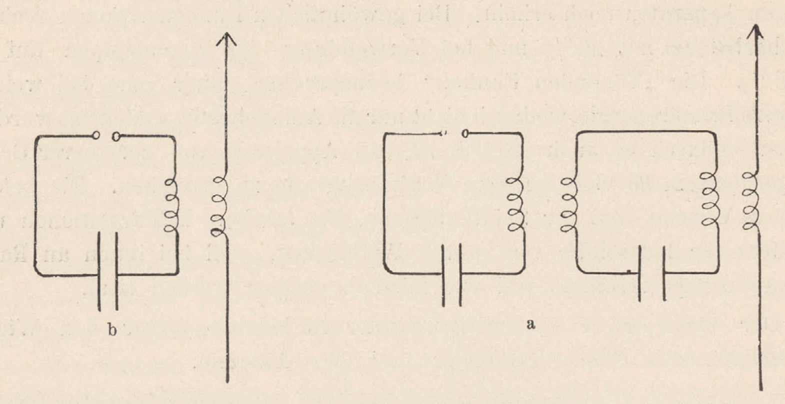


Fig. 4. Schema der Wienschen (a) und der Braunschen (b) Schaltung.

Die Schaltung des Senders gestaltet sich daher nach beistehender Fig. 5 folgendermaßen: F ist die unterteilte Funkenstrecke, C die Kapazität, K das Kopplungsvariometer mit Z, der Zusatzselbstinduktion, A die Antenne mit V, dem Verlängerungsvariometer, und H das Hitzdrahtinstrument mit E, der Erde resp. dem Gegengewicht.

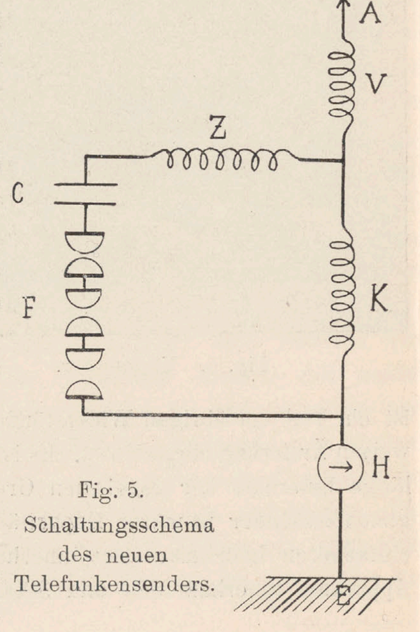


Fig. 5. Schaltungsschema des neuen Telefunkensenders.

Der Empfänger besitzt den neuen Kontaktdetektor. Dieser besteht aus einem Stück Bleiglanz oder Psilomelan, auf dem ein feiner Graphitstift ruht. Er bietet einen hohen Widerstand von mehreren tausend Ohm, arbeitet ohne Lokalbatterie und formt den ursprünglichen Wechselstrom in pulsierenden Gleichstrom mit abklingenden Wellenzügen um. Ein mit ihm verbundenes Telephon erzeugt genau den Ton des Senders. Der Hörer der alten Funkenstationen ließ ein Knacken vernehmen, der beim Bogenlampenbetrieb einen Laut, den man mit dem Ausdrucke „Krächzen“ bezeichnen könnte. Der neue Telephonhörer läßt einen musikalischen Ton erklingen, genau von der Höhe, die der Schwingungszahl des Senders ent-

spricht. Der Apparat ist frei von Störungen durch atmosphärische Elektrizität, weil diese niemals einen Ton, sondern nur Geräusche erzeugen. Es können sogar zwei Depeschen verschiedener Tonhöhe getrennt von zwei verschiedenen Personen abgehört werden, indem die eine die tiefer, die andere die höher abgestimmte aufnimmt. Ein lautsprechendes Telephon vermag die ankommende Depesche einer größeren Zahl von Personen, die im Telegraphierraum zugegen sind, gleichzeitig deutlich hörbar zu machen.

Eine weitere Verbesserung des Empfängers besteht in der Einfügung des Resonanzrelais. Der Detektorstrom wird durch die Wickelungen eines geeigneten Elektromagneten geleitet, in dessen Felde ein leicht beweglicher Anker von genau solchen Eigenschwingungen schwebt, wie sie der zu erwartende Ton hat. Mit diesem Anker stehen Mikrophonkontakte in Berührung, die mittelst eines zweiten Elektromagneten und einer Lokalbatterie einen zweiten Anker größere Schwingungen ausführen lassen. Wenn nun ein lautsprechendes Telephon eingeschaltet wird, kann ein Ton hervorgebracht werden, der an Stärke dem einer Automobilhuppe ähnlich ist. Auch ein Morseschreiber kann unter Verwendung eines Relais betätigt werden. „Der Morse, mit Resonanzrelais betrieben, ist der erste störungsunempfindliche Schreibempfänger, den die drahtlose Telegraphie bis heute kennt. Er ist der erste Schreibempfänger, der etwa auf die gleiche Reichweite wie der Hörempfänger arbeitet[1]).“

Die Leistungen des neuen Systems sind, abgesehen von einem weit geringeren Stromverbrauche, erstaunliche. Die kleinsten Typen, zwei 2-KW-Stationen, eingebaut in militärische Fahrzeuge, haben unter Verwendung von nur 45 m hohen Masten zwischen Wien und Berlin einwandfrei telegraphiert. Eine 6-KW-Station würde demnach 3000 km und eine 30-KW-Station viele tausend Kilometer überbrücken. Die erstere Angabe ist durch die Tatsache bestätigt, daß im November 1909 die beiden Woermanndampfer „Eleonore Woermann“ und „Lucie Woermann“ über das Festland von Spanien und über das funkentechnisch sehr schwierige Marokko hin Reichweiten von beinahe 4000 km mit Stationen erzielt haben, deren Primärenergie noch nicht 6 KW betrug. Hiermit sind die Resultate der anderen Systeme weit in den Schatten gestellt.

Als Beispiel sei noch folgendes angeführt: „Der Dampfer ‚Cap Blanco‘ der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft[2]) erhielt Ende Oktober 1909 als erster deutscher Dampfer eine Station des neuen Telefunkensystems der ‚tönenden Löschfunken‘, mit einer Primärenergie von etwa 2 KW. Bereits bei der ersten Reise des Schiffes bewährte sich

---

[1]) Vortrag des Ingenieurs Graf Arco auf der XVII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu Köln 1909. Elektrotechnische Zeitschrift, 1909, Heft 23 u. 24.

[2]) „Elektrotechnische Zeitschrift“, 14. April 1910.

die Anlage vorzüglich. Das Schiff trat am 5. November 1909 seine Ausreise nach Buenos Aires an und blieb bis zum 7. November in wechselseitiger Verbindung mit den Küstenstationen Cuxhaven, Helgoland (deutsch), Scheveningen (niederl.), Nieuport (belg.), North Foreland und Niton (brit.). Am 9. November wurden Mitteilungen ausgetauscht mit St. Maries de la Mer bei Marseille (1000 km) und Algier (1200 km), am 10. mit Scheveningen (1250 km) und Bolthead (940 km), am 11. und 12. wieder mit St. Maries de la Mer (2250 km) und Algier (1630 km), am 16. mit Lissabon. Am 25. November traf „Cap Blanco“ in Rio de Janeiro ein, nachdem er vom 24. ab mit den brasilianischen Küstenstationen Raza und Babylonia in Verbindung gewesen war. Während der ganzen Reise verkehrte der Dampfer außerdem mit zahlreichen auf See befindlichen Schiffen, wobei Entfernungen bis zu 2440 km (‚Cap Blanco‘ südlich von Teneriffa — ‚Corcovado‘ im Golf von Biscaya) überbrückt wurden. Später zeigte sich, daß die am 12. November zwischen ‚Cap Blanco‘ (bei Teneriffa) und St. Maries de la Mer stattgehabte Korrespondenz vollständig von der Station Helgoland — also auf 3330 km Entfernung — aufgenommen war. Diese Reichweite einer Schiffstation ist um so bemerkenswerter, als zwischen Sende- und Empfangsstelle ausgedehnte Länderstrecken mit hohen Gebirgen lagen. Im übrigen ergab sich aus Mitteilungen anderer Stationen, daß die mit dem neuen Telefunkensystem gegebenen Zeichen durch alle sonstigen Zeichen hindurch gut erkennbar, daß sie den anderen an Stärke überlegen waren, und daß bei beträchtlichen atmosphärischen Störungen, die das Arbeiten aller anderen Systeme unmöglich machten, die Löschfunkenübermittelungen durchweg gut aufgenommen werden konnten.“

Die Technik der drahtlosen Telegraphie ist, wie ohne weiteres einleuchtet, so weit vorgeschritten, daß man daran denken kann, unsere Kolonien mit dem Heimatlande funkentelegraphisch zu verbinden[1]). In der Tat sind bereits derartige Projekte aufgestellt worden, und es steht zu erwarten, daß ihre Ausführung in erreichbare Nähe gerückt ist. „Darum dürfen wir in dem System der tönenden Funken einen vorläufigen Abschluß des Problems der Hochfrequenzschwingungen erblicken.“

Diese Tatsachen sind denn auch auf die Benutzung der Instrumente der Telefunkengesellschaft von entscheidender Bedeutung geworden. Der „Germanische Lloyd“ zählt in seinem (offiziellen) „Internationalen Register“ von 1909 nur 18 deutsche Schiffe und 2 Hochseefischereifahrzeuge auf, die mit Telefunkenapparaten ausgerüstet waren, während 33 deutsche Seedampfer Marconiapparate führten. Jetzt rüstet der „Norddeutsche Lloyd“ 15 Reichspostdampfer, die „Hamburg-Amerika-Linie“ 4 große Dampfer

---

[1]) Vgl. den Vortrag von Dr. Kiebitz in „Elektrotechnische Zeitschrift“, 1909, Heft 10, S. 222.

mit Telefunkenapparaten aus. In gleicher Weise gehen die „Bremer Hansa-Linie“, die „Hamburg-Südamerika-“, die „Woermann-“ und die „Deutsche Ostafrika-Linie“ vor. Auch in der Ostsee werden die preußischen und schwedischen Fährboote in gleicher Weise versorgt, so daß in diesem Jahre rund 75 unserer Handelsschiffe das deutsche System führen werden. Ein bedeutender Erfolg der deutschen Industrie!

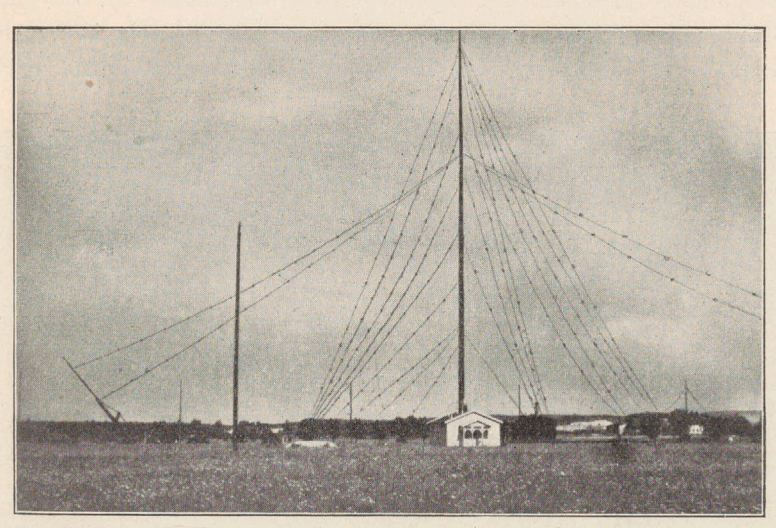


Fig. 6. Mast und Luftleitergebilde der Radiostation Eberswalde.

3. Großstationen.

Nauen ist im letzten Jahre nach dem neuen Systeme der „tönenden Löschfunken“ umgebaut worden. Die Station arbeitet mit ca. 40 KW Primärenergie, wovon 25 KW der Antenne als Schwingungsenergie zugeführt werden, und hat damit in neuester Zeit mit einem nach Neuyork fahrenden Dampfer (Bosnia) bis auf 5000 km einseitig verkehrt[1]).

Radiostation Eberswalde. In Eberswalde hat die C. Lorenz Aktiengesellschaft am Finowkanal eine Großstation für drahtlose Telegraphie und Telephonie errichtet[2]), welche nach den modernsten Gesichtspunkten der Radiotechnik ausgeführt worden ist. Die Station besteht aus einem großen, 70 m hohen Holzgittermast, welcher nach den Berechnungen und Angaben der C. Lorenz Aktiengesellschaft durch die Held & Franke Aktiengesellschaft hergestellt wurde (Fig. 6 u. 7). Von der Spitze geht ein großes schirmartiges Luftleitergebilde nach im Kreise aufgestellten Abspannmasten hin. Unter dem Mast ist in die Erde bzw. in das Grundwasser ein großes,

[1]) Gef. Mitteilung von „Telefunken“ unterm 27. Mai 1910.
[2]) Gef. Mitteilung von C. Lorenz, Aktiengesellschaft, unterm 26. Mai 1910.

weitmaschiges Drahtnetz eingegraben. Am Fuße des Mastes und in dessen Nähe sind mehrere Stationsbaracken (Fig. 8) aufgestellt, von denen die größte außer den Wohn- und Schlafräumen der Ingenieure und Monteure ein großes Laboratorium enthält, welches mit den neuesten Apparaten und Meßinstrumenten ausgerüstet ist. Die Station arbeitet in der Hauptsache nach dem Paulsen-Lorenz-System mit kontinuierlichen, sogenannten ungedämpften Schwingungen; indessen sind auch die Mittel vorhanden, um mit anderen Systemen der drahtlosen Nachrichtenübermittelung beliebig Versuche anzustellen. Die Reichweite der Radiostation Eberswalde dürfte bei An-

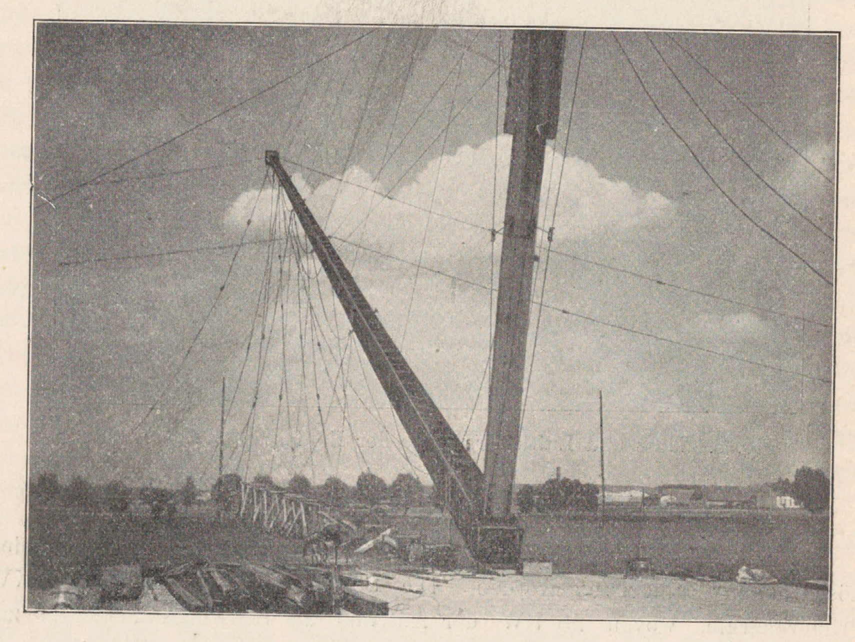


Fig. 7. Fuß des Mastes der Radiostation Eberswalde.

wendung genügend großer Energiemengen und bei entsprechenden Gegenstationen etwa 5000 km betragen.

Funkentelegraphenstation Pola. Die vom Telegraphenpersonal der österreichisch-ungarischen Kriegsmarine betriebene Station [1]) liegt in der nordöstlichen Ecke des Hafens und verfügt über einen etwa 100 m hohen Turm aus eisernem Gitterwerk, von dessen Spitze das schirmartig gespannte Luftleitergebilde ausgeht, während rings um den Turm herum ein „Gegengewicht" von 40 000 qm Drahtgeflecht in das Erdreich eingegraben ist. Starke Glassäulen, die in Marmorquadern gebettet sind, isolieren das Gitterwerk vom Boden. Das neben dem Turm errichtete

[1]) Zeitschr. f. Schwachstr., Bd. 4, 1910, S. 153, nach „Milit. Presse".

Stationshaus beherbergt im Erdgeschoß die Dynamomaschinen und Akkumulatoren, die Hochspannungstransformatoren, die Leydener-Flaschen-Batterie des primären Schwingungskreises und das Zimmer des Funkengebers. Im Obergeschoß befinden sich die Bureaus, ferner die Wohnräume usw. der Offiziere, Ingenieure und Marinemannschaften, die in der Station einen ununterbrochenen Tag- und Nachtdienst unterhalten. Die Anlage ist nach dem System „Tönende Funken" der deutschen „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" eingerichtet und arbeitet mit 140000—150000 Volt Senderspannung. Ihre Reichweite erstreckt sich u. a. auf Sansego, Antivari, Korfu, Brindisi, Rom, Malta,

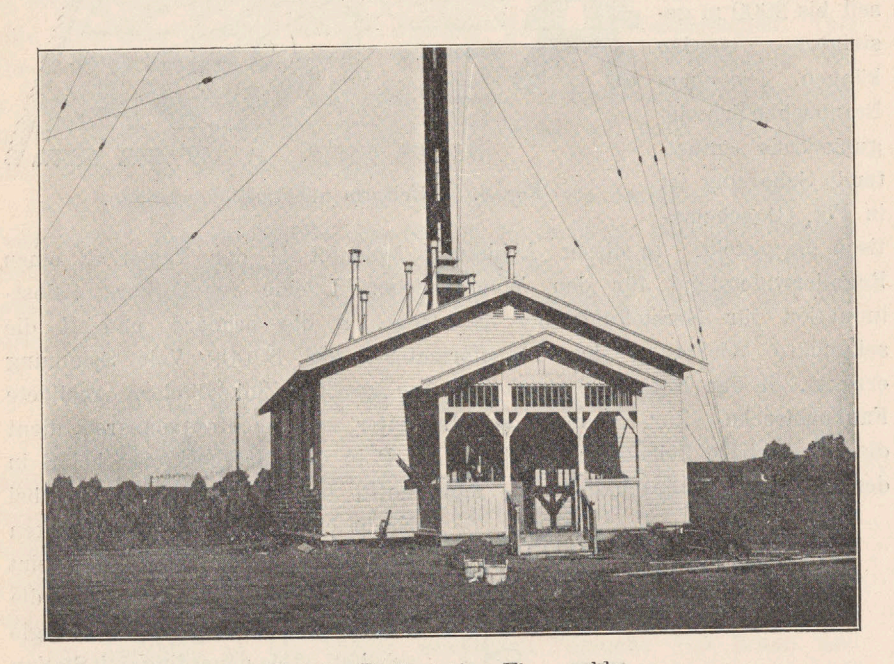


Fig. 8. Radiostation Eberswalde.

Toulon, Paris, Berlin, Nauen, Norddeich (1150 km). Zuweilen werden sogar, trotz der zwischenliegenden weiten Länderstrecken, die langsamen, mit großen Intervallen abgegebenen Zeichen der 1450 km entfernten englischen Station Poldhu aufgenommen. Überhaupt ist beim Empfangen die Charakteristik der verschiedenen Geberstationen so auffallend, daß sie dem Eingeweihten die Herkunft der Zeichen verrät, bevor noch die Wellenlänge festgestellt oder die Stationsbezeichnung ausgetauscht worden ist.

Station Eiffelturm. Seit dem Jahre 1903 wurden Versuche angestellt, den Eiffelturm als Träger für ein Luftleitergebilde zu benutzen. Im Jahre 1908 arbeitete die Versuchsstation mit 10 KW Primärenergie und erreichte bei 1600 m Wellenlänge eine Maximalleistung von 2400 km. Infolge der günstigen Betriebsergebnisse wird man jetzt eine Militärstation

auf dem Marsfelde anlegen, die aber unterirdisch gebaut werden soll, damit die Schönheit der Gärten nicht ruiniert wird. An den Eiffelturm als Antennenträger sind nur sechs Stahldrahtlitzen von 4—6 mm Durchmesser in der in Fig. 9 angegebenen Weise befestigt und als Gegengewicht hat man große Zinkplatten in die Erde versenkt. Als Primärenergie sind 100 PS vorgesehen, und die Wellenlänge soll bis 2000 m gesteigert werden können. Die einen Braunschen Schwingungskreis enthaltende Schaltung ist in Fig. 10 schematisch dargestellt. In dieser Abbildung bedeutet M den Taster, R einen Regulierwiderstand für den Wechselstrom, I eine regulierbare Selbstinduktion für Herstellung der Resonanz, B die primäre und H die sekundäre Wickelung des Transformators, der 50000 Volt Spannung erzeugt, K den Kondensator, O die aus großen Zinkzylindern gebildete Funkenstrecke. Zur Kopplung von Luftleiter und Hochfrequenzkreis dient die regulierbare Selbstinduktion, die bei P in den Erregerkreis, bei S in den Luftleiter eingeschaltet ist. Man hofft, bei Tage 6000 km und bei Nacht erheblich mehr überbrücken zu können. Diese Rechnung scheint richtig zu sein[1]), denn trotzdem die Station noch mit geringer Energie arbeitet, ist sie neuerdings mit Station Glace Bay in Kanada (5400 km) in Verbindung getreten. Man hofft, wenn die volle Leistung der Maschinen zur Verfügung steht, eine Nachrichtenübermittelung nach Saigon (10 000 km) erreichen zu können.

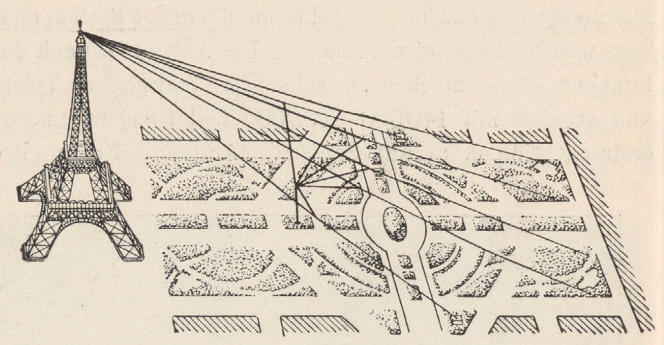


Fig. 9. Eiffelturm mit Luftleitergebilde.

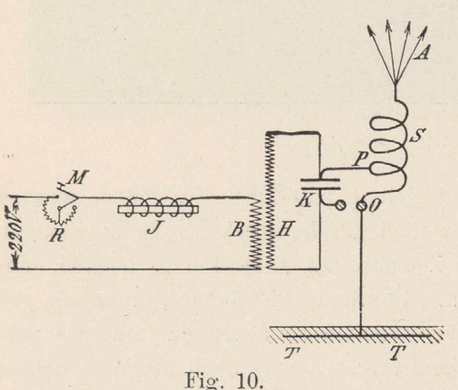


Fig. 10.
Schaltungsschema der Station Eiffelturm.

Transatlantische Stationen Poldhu, Clifden, Glace Bay. Die Station Glace Bay (Nova Scotia) wurde am 21. August 1909 durch Feuer zerstört. Der Turm hatte keine Schaden gelitten. Die Erneuerungsarbeiten

[1]) Le Genie civil, Bd. 53, 1908, S. 453, und El. Review & West. El., Bd. 54, 1909, S. 619.

wurden sofort in Angriff genommen, und der Betrieb konnte am 23. April 1910 wieder hergestellt werden. Sie ist für den allgemeinen Verkehr geöffnet; ein Tag- und Nachtdienst ist eingeführt. Die Marconigesellschaft hat inzwischen ihre sämtlichen englischen Stationen mit Ausnahme von Poldhu und Clifden an den englischen Staat verkauft. Sie unterliegen dadurch den Bestimmungen des internationalen Funkentelegraphenvertrages und sind nun verpflichtet, alle eingehenden Telegramme aufzunehmen und zwar ohne Rücksicht auf das zur Verwendung gelangte System. Ferner hat die Marconigesellschaft mit der britischen Regierung eine Vereinbarung dahin getroffen, daß die Postverwaltung ihren transatlantischen Verkehr der Gesellschaft zuwenden muß. Es wird eine Wortgebühr von 10 Cent für gewöhnliche und von 5 Cent für Preßtelegramme erhoben. Die Telegraphiergeschwindigkeit über den Ozean soll nach Marconis Angaben zurzeit 35 Wörter betragen.

Großstation Madrid. Die „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken)“ baut in Madrid eine Station für mehrere tausend Kilometer Reichweite, die besonders zur Verbindung mit afrikanischen Stationen dienen und einen schnellen Nachrichtendienst zwischen Marokko und dem Mutterlande vermitteln soll.

4. Gerichtete drahtlose Telegraphie.

Seit der Erfindung der drahtlosen Nachrichtenübertragung war man bestrebt, den elektrischen Wellen bestimmte Richtungen zu geben. Schon Braun und v. Sigsfeld haben hierüber (1901) Arbeiten geliefert, und auch Blochmann hat sich mit dieser Frage beschäftigt. Neuerdings sind zwei Systeme der gerichteten drahtlosen Telegraphie besonders hervorgetreten, nämlich von Dr. F. Kiebitz[1]) und von Bellini und Tosi[2]).

Im Anschluß an die bereits erwähnten Versuche von Braun und v. Sigsfeld arbeitet Kiebitz mit Antennensystemen, die wie jene 180^0 Phasenverschiebung haben, nimmt aber eine kürzere Entfernung als $\frac{\lambda}{4}$. Er erhält dadurch eine stark gerichtete Strahlung, muß sich aber mit einer weit geringeren Energieausnutzung begnügen. Seine Antennen hatten bei 10 m Höhe 16 m Abstand, die Wellenlänge betrug 100 m, die Primärenergie 25 Watt. Die Werte waren folgende:

Reichweite in der Ebene der Antennen	4000 m
Reichweite in der dazu senkrechten Ebene . . .	200 m
Reichweite einer normalen symmetrischen Station bei gleichem Energieaufwand	3900—4000 m

[1]) Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 1908, S. 939

[2]) „Elektrotechnische Zeitschrift“, 1909, S. 491 und „Technische Rundschau“ 1909, Nr. 46.

Die italienischen Ingenieure E. Bellini und A. Tosi (Turin) gehen von ähnlichen Grundsätzen aus. Auch sie haben zwei Antennen, deren Entfernung jedoch $\frac{\lambda}{2}$ ist (Fig. 11 I) und die so erregt werden, daß eine Phasenverschiebung von 180^0 eintritt. Die Strahlung erfolgt dann vorzugsweise in der Ebene der beiden Antennen nach beiden Seiten hin. Ein ähnliches Verhalten zeigen Schwingungskreise von runder (II) oder polygonaler (III) Form, die zweiseitig symmetrisch zu einer vertikalen Achse befestigt sind und oben den Kondensator tragen.

Die Intensität des von diesen Luftleitergebilden erzeugten elektrischen Feldes ist im Raume nach dem Sinusgesetz verteilt, ebenso die Energie,

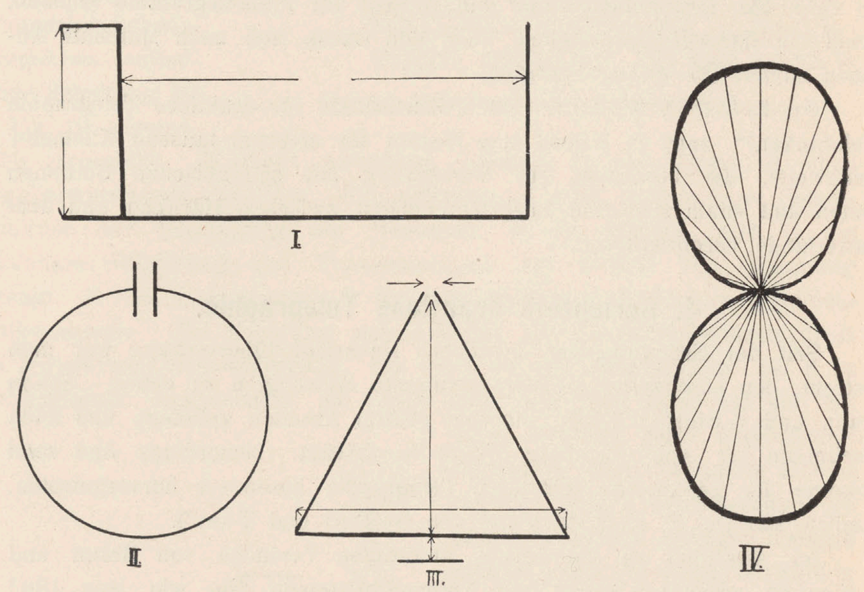


Fig. 11. I—III Luftleitergebilde und Energiediagramm (IV) nach Bellini und Tosi.

die dem Quadrat der Feldintensitäten proportional ist. Fig. 11 IV zeigt ein Diagramm der Energie, wie sie ausgestrahlt resp. empfangen wird. In der Richtung A B, d. h. der Ebene der Antennen, hat sie ihren Maximalwert, während sie senkrecht dazu gleich Null ist. Hiermit wäre die Lösung des Problems erfolgt, falls es sich nur um den Verkehr zwischen zwei feststehenden Stationen handelte. Durch Drehung des Gebildes um seine Achse oder durch Anbringung einer größeren Anzahl solcher Luftgebilde würden nicht nur technische Schwierigkeiten hervorgerufen, sondern es würde auch die Reichweite herabgedrückt werden.

Um die allgemeine Anwendung des Systems, d. h. die Aussendung der Wellen nach jeder gewünschten Richtung zu ermöglichen, ordnen die

Erfinder zwei Luftleitergebilde derart an, daß ihre gemeinsame Achse mit der Schnittlinie der beiden Ebenen zusammenfällt. Läßt man das eine Gebilde schwingen, so bewegen sich seine Wellen in der Richtung seiner Ebene; läßt man dann auch das andere System schwingen, so beeinflussen sich beide derartig, daß die Richtung der Wellen die Resultierende beider Kräfte darstellt. Ändert sich das Verhältnis der beiden schwingenden Luftleiter, so muß sich auch die Richtungslinie der Wellen ändern. Werden die Stromintensitäten sinusförmig geändert, so muß sich die Richtung gleichmäßig drehen und das Feld muß einen konstanten Wert behalten. Zur Erreichung dieses Zweckes konstruierten Bellini und Tosi einen besonderen Apparat, das **Radiogoniometer**, dessen Einrichtung durch die

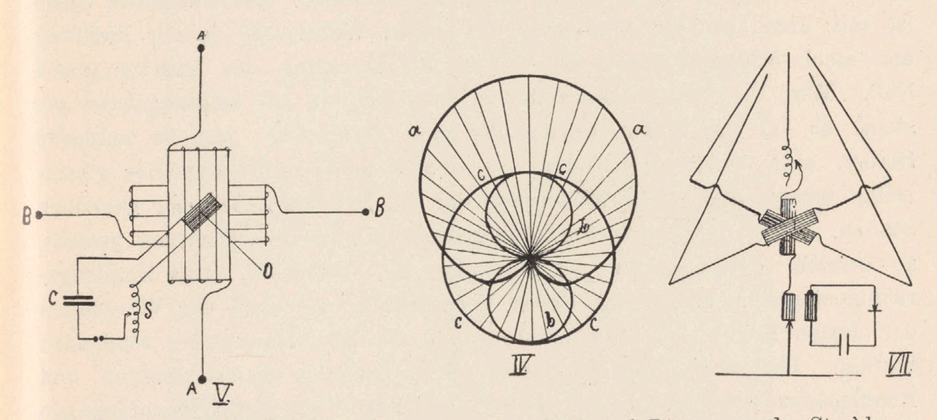


Fig. 12. Radiogoniometer (V), Stationsschema (VII) und Diagramm der Strahlung einer Station nach Bellini und Tosi.

schematische Fig. 12V erläutert wird. In der gemeinsamen Mitte der beiden Luftleitergebilde liegen senkrecht zueinander zwei feste Spulen. Eine dritte sehr kleine Spule O ist drehbar um ihren Durchmesser, der so angeordnet ist, daß er mit dem gemeinsamen Durchmesser der beiden festen Spulen zusammenfällt. Werden nun in der kleinen Spule durch den Kondensator C oder auf andere Weise Schwingungen erzeugt, so müssen auch die beiden senkrecht zueinander stehenden Systeme erregt werden, und zwar hängt die Intensität der Erregung von der Stellung der kleinen Spule ab. Es ergibt sich folgendes:

1. Die Richtung des resultierenden Feldes liegt in der Richtung der Winkelungen der kleinen Spule.
2. das resultierende Feld muß sich mit der Spule drehen und einen konstanten Wert behalten;
3. in jeder Stellung der kleinen Spule ist die Intensität des resultierenden Feldes nach dem Sinusgesetz im Strome verteilt.

Die Wirkung des ganzen Systems ist also gleich der eines einzelnen Luftleitergebildes, das in der Richtung der Resultierenden schwingt. Nach der schematischen Figur ist das Radiometer derart konstruiert, daß die feststehenden Spulen zylinderförmig die bewegliche umgeben und daß man die bewegliche Spule einfach durch einen Knopf drehen kann und die Richtung eines Zeigers die Richtung der Wellenzüge angibt. Die Erfinder haben bei ihren Versuchen die gewünschte Stelle stets richtig getroffen; die Schwankungen beliefen sich auf Differenzen von $\pm 1^0$.

Der Empfänger ist dem Sender sehr ähnlich. Er ist ebenfalls ein Radiogoniometer, doch haben die Spulen ihre Rollen vertauscht: die festen Spulen empfangen die Erregung von den Antennen, die bewegliche Spule ist mit dem Detektor verbunden. Kommen Wellenzüge in der Richtung des einen Antennenpaares an, so ist die Erregung des anderen gleich Null. Wird die bewegliche Spule in die Richtung der empfangenden gestellt, so ist das Maximum der Wirkung vorhanden. Hat die sendende Station eine beliebige Richtung, so werden beide Luftleitergebilde gleichzeitig erregt und die Resultierende hat die Richtung nach der gebenden Station. Wird der Zeiger des Radiogoniometers in diese Richtung gestellt, so erreicht der Detektor das Maximum der Intensität. Das Empfangsradiogoniometer ermöglicht durch Veränderung der Zahl der Windungen der festen Rollen eine Abstimmung auf die Wellenlänge der sendenden Station. Der Koppelungsgrad wird durch variable Selbstinduktion und Kondensator erreicht. Durch zwei verschiedene gleichzeitig empfangende Stationen läßt sich die Lage der Sendestation annähernd genau einschneiden, also z. B. der Ort eines fahrenden Schiffes bestimmen. Es sind also hiermit die Grundlagen für ein radiogoniometrisches Triangulationsverfahren gegeben.

Das beschriebene System ist ein bilaterales, weil es gleichzeitig nach zwei verschiedenen Richtungen telegraphiert. Die Phasen sind jedoch um 180^0 verschieden und die Potentiale haben entgegengesetzte Vorzeichen, wie das natürlich auch im Polardiagramm der Fall ist. Fügt man nun dem bilateralen Luftleitergebilde noch ein allseitig strahlendes hinzu, das symmetrisch mit ihm angeordnet ist, so ergibt sich bei gleichzeitiger Erregung, daß die Strahlung nach der einen Richtung in Phase erfolgt, sich also verstärkt, nach der anderen Richtung dagegen sich aufhebt (Fig. 12 VII). Das gemeinschaftliche Diagramm verändert sich daher in der Weise, wie es Fig. 12 IV zeigt, während b die bilaterale und c die zirkuläre Strahlung darstellt. Um beide Antennen gleichzeitig zu erregen, ist die bewegliche (dritte) Spule noch mit einer vierten fest verbunden, die sich gleichzeitig mit ihr dreht und in jeder Stellung gleich stark induziert wird. Durch Drehung des Radiogoniometerzeigers erzeugt man die einseitige Strahlung nach beliebiger Richtung.

Die Empfangsstation ist der Sendestation analog eingerichtet. Bei passender Stellung des Radiogoniometers werden die beiden kombinierten Systeme ihre Einwirkung auf den Detektor verstärken; andernfalls sind sie in ihrer Phase um 180° verschieden und heben sich auf.

Das System von Bellini und Tosi hat zwischen Dieppe (Fig. 13), Le Havre und Barfleur seine praktische Probe bestanden. Der Winkel Le Havre—Dieppe—Barfleur ist 23°. Man konnte bilateral von einer Station zur

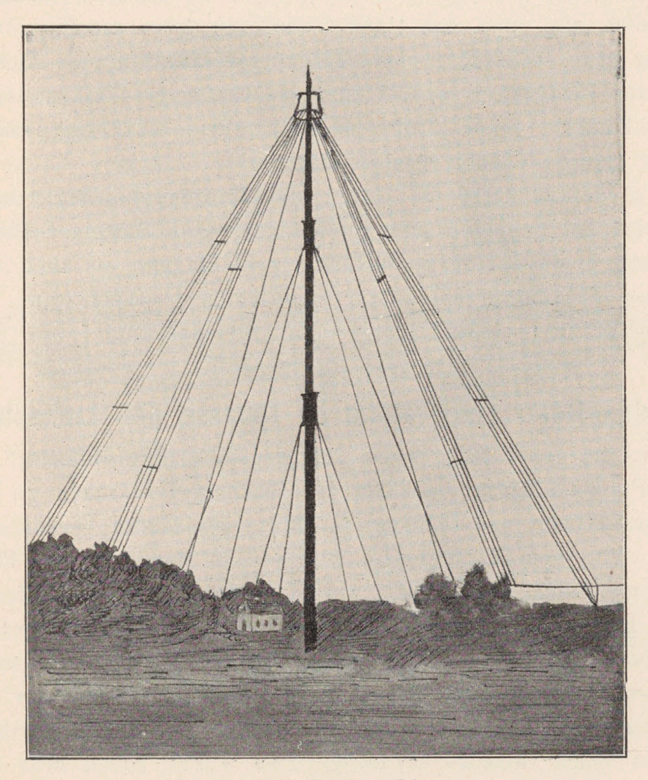


Fig. 13. Station Dieppe.

anderen telegraphieren, ohne daß die dritte empfing, leicht die Lage anderer Stationen feststellen, sowie Schiffe während ihres Laufes verfolgen. Wurde dagegen die Methode des Telegraphierens nach nur einer Richtung angewendet, so wurde in Le Havre keine Einwirkung wahrgenommen, wenn man in Dieppe das Radiogoniometer nach entgegengesetzter Richtung einstellte. Drehte man den Knopf des Apparates um 180°, so war die vom Detektor angezeigte Strahlung eine sehr bedeutende. Die gerichtete drahtlose Telegraphie von Bellini und Tosi scheint also für den weiteren Ausbau des funkentelegraphischen Nachrichtendienstes von großer Wichtigkeit zu sein. So läßt z. B. die „Compagnie Générale Transatlantique" zwei ihrer

zwischen Frankreich und den Vereinigten Staaten verkehrenden Frachtdampfer, die „Florida“ und die „Carolina“, mit Anlagen für gerichtete drahtlose Telegraphie nach dem System Bellini-Tosi ausrüsten[1]). Die Anlagen, die eine Reichweite von 25—30 km haben, sollen dazu dienen, den Schiffen bei unsichtigem Wetter unter Mitwirkung anderer Schiffe oder Landstationen die Orientierung zu erleichtern. Ein Passagierdampfer „Luisiana“ derselben Gesellschaft war einige Zeit versuchsweise mit einem solchen „drahtlosen Kompaß“ versehen, wobei sich zeigte, daß er im Nebel weit schneller als sonst den Hafen von Neuyork zu erreichen vermochte, da mittelst der Bellini-Tosischen Empfangsvorrichtung die Richtung der Landstationen festgestellt werden konnte, von denen funkentelegraphische Zeichen ankamen. Einer größeren Reichweite bedarf es nicht, da die Gefahrzone innerhalb jener Grenzen liegt.

Am 2. Januar 1910 ist durch die französische Regierung in „La Warroquerie“ bei Boulogne eine Station nach dem System Bellini-Tosi eröffnet worden[2]), die sowohl in bestimmten Richtungen als auch in gewöhnlicher Weise die Übermittelung von Nachrichten besorgen kann. Die vier Türme sind 40 m hoch und haben 80 m Seitenabstand.

5. Die drahtlose Telegraphie im Dienste der Luftschiffahrt.

Bereits im Jahre 1908 wurde das deutsche Militärluftschiff „Groß II“ mit einer Funkentelegraphenstation des Systems Telefunken zu Versuchszwecken ausgerüstet und im August 1909 ausgedehnte Versuche mit ihm angestellt. Vor den Probefahrten wurden alle Metallteile des Fahrzeuges sorgfältig mit Zeug umwickelt. Auf dem Hofe des Luftschifferbataillons war eine gleiche Station errichtet. Das Luftschiff manöverierte in der Gegend von Spandau, Nauen und dem Tegeler Schießplatze sowie über den Berliner Vororten und tauschte mit Nauen sowie mit der Versuchsstation Telegramme aus. Die Versuche, über die aus militärtechnischen Rücksichten nichts Genaues bekanntgegeben wurde, sollen sehr zufriedenstellend gewesen sein.

Mit den Gefahren, die einem Ballon durch elektrische Entladungen drohen, beschäftigt sich eine Abhandlung von B. Zehnder[3]). Er betont, daß die gewöhnlichen Ballons und die unstarren Luftschiffe, die keine größeren Metallmassen enthalten, relativ sicher sind, wenngleich auch an ihnen bei Gewitterluft und sonstigen Potentialdifferenzen große Gefahren bestehen. Das sprechende Beispiel hierfür ist das tragische Geschick des Ballons „Delitzsch“, der in der Nacht vom 16. zum 17. April d. J., wahr-

---

1) „El. Engineering“, Bd. 6, 1910, S. 120.

2) „Elektrotechnische Zeitschrift“ vom 6. Januar 1910.

3) „Elektrotechnische Zeitschrift“ vom 12. August 1909.

scheinlich von unten her, beim Ausschütten von Ballast durch Blitzschlag zerstört wurde[1]). Noch größeren Gefahren sind die mit einem starren Metallgerüst versehenen Zeppeline ausgesetzt. Durch Einbau funkentelegraphischer Stationen wird diese Gefahr noch vermehrt, weil in der Nähe der explosiblen Gasmassen starke Induktionsfunken erzeugt werden.

Die Funkentelegraphie ist für die Luftschifffahrt von außerordentlicher Bedeutung. Es ist daher die Frage, wie ein Luftschiff mit Aluminium- oder Elektrongerüst gegen Explosionsgefahr, die durch elektrische Funken hervorgerufen wird, gesichert werden könne, vielfach ventiliert worden. Zur Klärung der Angelegenheit hat besonders ein Artikel von

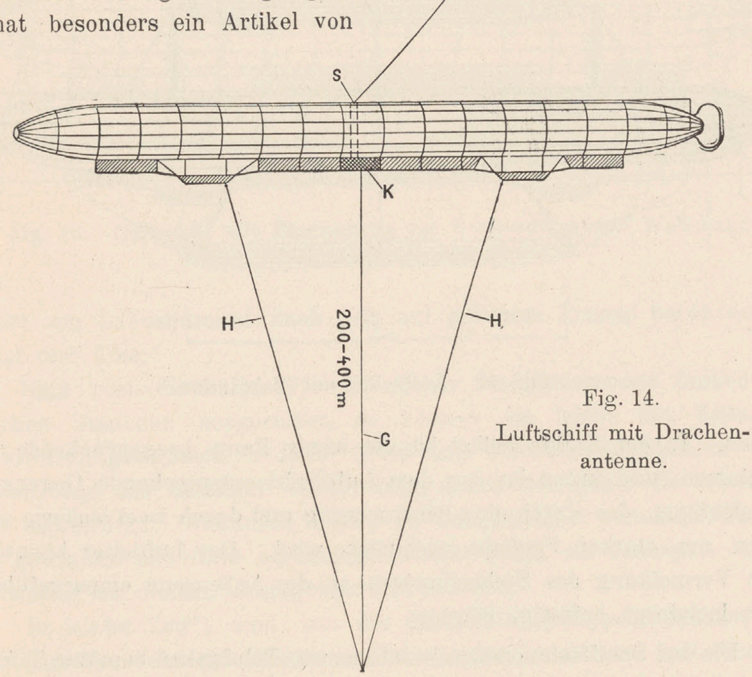


Fig. 14.
Luftschiff mit Drachenantenne.

K. Solff, „Luftschiffahrt und drahtlose Telegraphie“, beigetragen[2]), über den ich mich eingehender verbreiten werde.

Man sollte meinen, das Metallgerüst sei als Gegengewicht eines frei herabhängenden Luftleitergebildes verwendbar. Das ist aber nicht der Fall, weil schon bei der kleinsten Type von Telefunken, der 2-KW-Station mit

[1]) „Deutsche Zeitschrift für Luftschiffahrt“, 4. Mai 1910.
[2]) „Elektrotechnische Zeitschrift“, Heft 44 vom 4. November 1909.

500 km Reichweite, bereits 15 Amp. Antennenströme auftreten, die an den Verbindungsstellen des Gerippes Funkenbildungen erzeugen müssen und eine Entzündung des Knallgasgemisches bewirken können. Das Metallgerüst kann also nicht als Teil des Luftleiters benutzt werden.

K. Solff macht drei Vorschläge behufs Ausrüstung der Luftschiffe mit drahtloser Telegraphie.

Da die neue Methode der tönenden Funken einfache, schnell strahlende Luftleiter anzuwenden gestattet, kann die früher bei den fahrbaren Militärstationen benutzte Drachenantenne wieder Verwendung finden. In der Mitte des Luftschiffes, über der Kajüte, befindet sich ein Steigschacht. Durch diesen kann der Luftdraht (Fig. 14), der den Drachen hält, emporgeführt

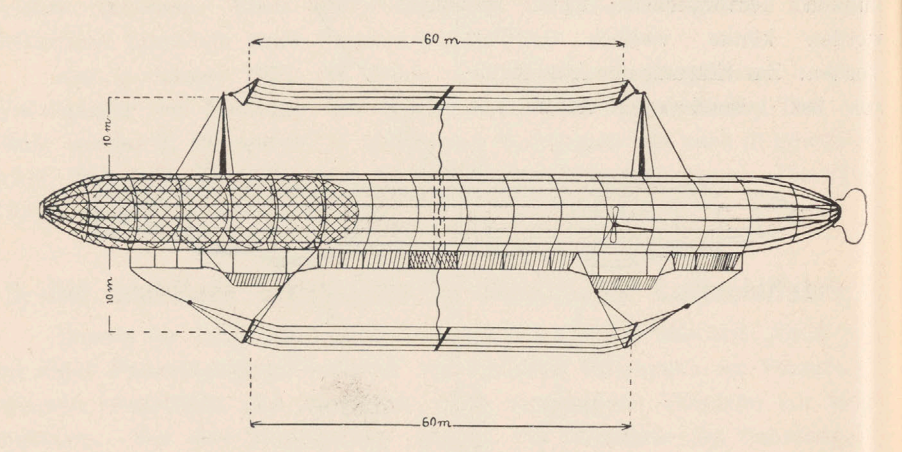


Fig. 15. Luftschiff mit T-Antenne.

werden. In der Kajüte selbst ist die wenig Raum beanspruchende Station einzubauen und unten ist das dem Luftdraht entsprechende Gegengewicht zu befestigen, das durch eine Beschwerung und durch zwei isolierte schräge Leinen am starken Pendeln verhindert wird. Der Luftleiter könnte auch unter Vermeidung des Steigschachtes an der Außenseite emporgeführt und durch Isolatoren befestigt werden.

Die bei Schiffsstationen seit Jahren von Telefunken benutzte T-Antenne (Fig. 15) würde gleichfalls verwendbar sein. Auf dem Rücken des Luftschiffes wären dann in ca. 60 m Entfernung zwei leichte aufklappbare Rohrmasten als Antennenträger anzubringen, während die Bauchseite des Schiffes unterhalb des Laufganges das Gegengewicht zu tragen hätte. Noch praktischer wäre eine Kombination der Drachen- und T-Antenne, derart, daß von ersterer der Luftleiter, von letzterer das Gegengewicht zu benutzen wäre.

Soll das Luftschiff Wellenzüge bestimmter Richtung aussenden oder aufnehmen, so könnte man in ähnlicher Weise verfahren, wie bereits früher

Braun und v. Sigsfeld[1]) vorgeschlagen haben (Fig. 16). Unter dem Laufgange sind, von der Kajüte ausgehend, erst horizontal, sodann vertikal verlaufend, Antenne und Gegengewicht anzubringen, und zwar am hinteren Teile die Antenne, am vorderen das Gegengewicht. Beide schwingen in entgegengesetzter Phase derart, daß sie sich innerhalb der Vertikalebene summieren, senkrecht zu ihr sich aufheben. Der vertikale Teil jeder der beiden Drähte müßte, wenn λ die Wellenlänge darstellt, $= \frac{\lambda}{4}$, der gesamte vertikale Draht $= \frac{\lambda}{2}$ sein. Der letztere Wert würde durch die Länge des Luftschiffes = 136 m gegeben sein, ließe sich aber durch Einschaltung von Spulen beliebig variieren. Die genaue Einstellung der Richtung ist wegen der leichten Lenkbarkeit der Zeppelinschen Luftschiffe leichter zu bewirken,

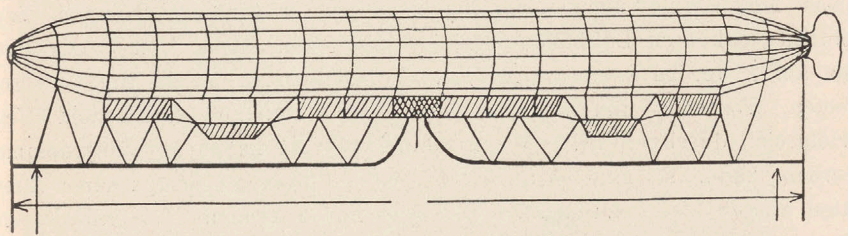


Fig. 16. Luftschiff mit Einrichtung zur Aussendung von Wellenzügen bestimmter Richtung.

als die von Landstationen nach dem auf gleichem Prinzip beruhenden von Bellini und Tosi.

Sind erst die Luftschiffe mit sicher funktionierenden funkentelegraphischen Stationen ausgerüstet, so können sie leicht mit Zeitsignalen, Sturmwarnungssignalen und bei Nebel mit Orientierungssignalen versorgt werden, und das Luftschiff selber kann durch Notsignale die erforderliche Hilfe herbeirufen. Hierdurch würde die Luftschiffahrt wesentlich an Sicherheit gewinnen und ihrer eigentlichen Bestimmung, als Transport- und Verkehrsmittel zu dienen, entgegengeführt werden.

In letzter Zeit[2]) sind von der Luftschiffbau-Zeppelin-Gesellschaft erfolgreiche Versuche mit drahtloser Telegraphie, und zwar mit dem neuen Telefunkensysteme, unternommen worden. Es wurde eine kleine Laboratoriumseinrichtung von 50 km Reichweite verwendet, die bis auf die angegebene Entfernung mit der Station Nauen in tadelloser Verbindung blieb und die Depeschen nicht nur richtig gab, sondern auch empfing. Aus den Zeitungsberichten scheint ferner hervorzugehen, daß das große Metallgerippe dieses Luftschifftypes im Gegensatz zu den Landstationen und

[1]) „Physikal. Zeitschrift", Bd. 4, 1903, S. 361.

[2]) „Elektrotechnische Zeitschrift" vom 21. April 1910 und „Voss. Ztg.".

Luftschiffen ohne Metallgerüst gestattet, mit wesentlich geringerer Primärenergie große Reichweite zu erzielen. Bekanntmachungen genauer Resultate sollen erst nach Einbau einer endgültigen Station in ein Luftschiff erfolgen.

Einer Veröffentlichung der „Daily Mail“ zufolge[1]) geht der englische Luftdreadnought seiner Vollendung entgegen. Er ist um ein Achtel länger als der größte Zeppelin. Sein Metallgerippe besteht nicht aus Aluminium, sondern aus einem leichteren und haltbareren Metall (Elektron? Legierung aus Aluminium und Magnesium??). Er ist mit neun Ballonetts ausgestattet. Jeder seiner Wolseleymotoren soll 200 P S leisten, wodurch man dem Fahrzeug eine Geschwindigkeit von 70 km pro Stunde zu erteilen hofft. Das Schiff ist mit drahtloser Telegraphie ausgerüstet und soll an der Nordseeküste stationiert werden.

In Amerika ist man noch einen Schritt weiter gegangen. Nach dem „New York Herald“ ist es dem Ingenieur Mark O. Anthony gelungen, einen kleinen lenkbaren Luftballon drahtlos über den Ozean von Sandy Hook aus auf 2 km zu steuern. Ähnliche Versuche sind bereits mit Unterseebooten, Torpedos und Registrierballons auf funkentelegraphischem Wege erfolgreich durchgeführt.[2]) Wenn derartiges vom Lande aus unternommen werden kann, so muß es auch von den mit funkentelegraphischen Apparaten ausgerüsteten Luftschiffen aus geschehen können. Die Aussendung eines mit Sprengstoff gefüllten Torpedos in Gestalt eines Gleitfliegers von einem Zeppelinschen Luftkreuzer aus und die Lenkung desselben durch elektrische Wellen gehört daher jetzt schon in das Gebiet des technisch Erreichbaren.

6. Drahtlose Telephonie.

a) System Poulsen[3]).

Die Fig. 17 zeigt ein Schema der ursprünglichen Poulsenschaltung. Durch A und B ist sie an das Gleichstromnetz von 220 oder 440 Volt angeschlossen. Zwischen den Schenkeln des Elektromagneten C liegt einerseits die Kohlenelektrode E, andererseits die Kupferelektrode D. In letztere strömt bei I das Kühlwasser ein. Beide Elektroden befinden sich

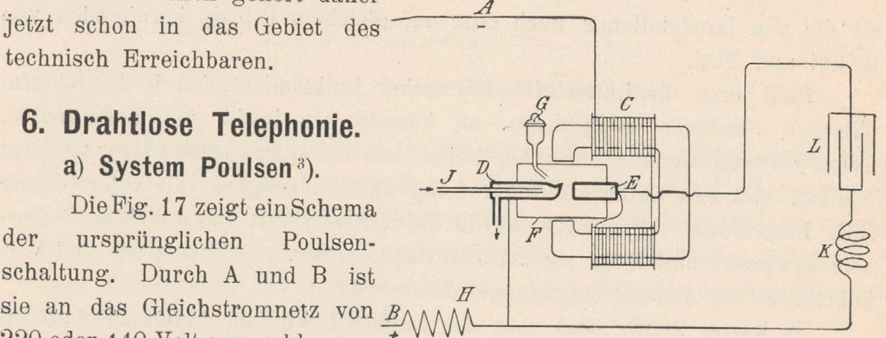


Fig. 17. Schema zur drahtlosen Telephonie, System Poulsen.

1) „Der Tag“, Nr. 224 vom 4. Mai 1910.

2) Vgl. Partheil, a. a. O., S. 191.

3) Unter Benutzung eines mir von der C. Lorenz Aktiengesellschaft freundlichst zur Verfügung gestellten Artikels von Dr. E. Nesper in „Elektrotechnische Zeitschrift“ 1909, Heft 18 u. 19.

in dem luftdicht abgeschlossenen Gefäße F, in das außerdem oben der regulierbare Spiritustropfapparat mündet. Der Lichtbogen brennt in der stark wasserstoffhaltigen Atmosphäre von Spiritusdampf. An der Stromzuführung B liegt die Drosselspule H. Die Hauptleitung hat also folgenden Weg: B, Kupferelektrode (+), Lichtbogen, Kohlenelektrode (—), Schenkel des Elektromagneten, A. Außerdem sind die Elektroden noch durch einen Nebenschluß verbunden, in dem auf der positiven Seite die Kupferdrahtspule K liegt und der außerdem den Drehplattenkondensator L enthält. Ist der Kondensator geladen, so geht die Entladung in umgekehrter Richtung durch den Lichtbogen vor sich, und hierdurch entstehen unter Mithilfe des

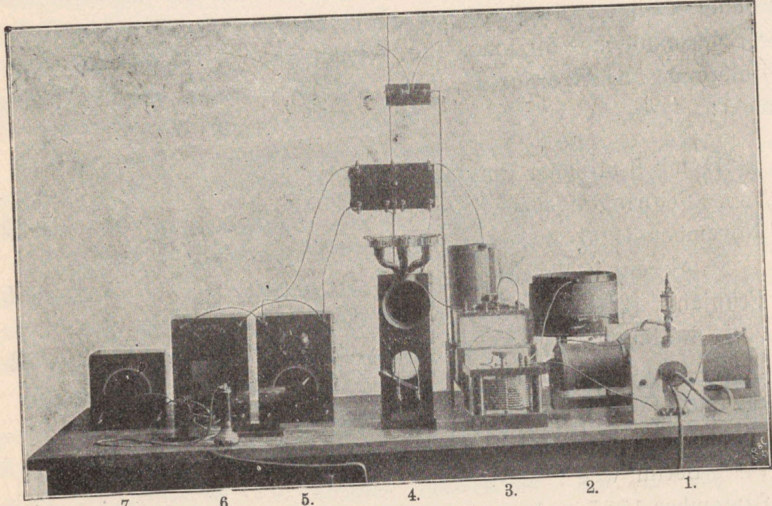


Fig. 18. Poulsen-Apparat.

guten Wärmeleiters Wasserstoff, der Elektrodenkühlung und des Magnetgebläses kontinuierliche (ungedämpfte, „nachgelieferte") Schwingungen, etwa 1000000 pro Sekunde. Wird mit diesem Schwingungskreise ein geeignetes Mikrophon direkt oder indirekt verbunden, so werden infolge der Widerstandsänderungen, die man durch das Hineinsprechen bewirkt, die ungedämpften Schwingungen den Lauten entsprechend verzerrt. Überträgt man diese auf ein Luftleitergebilde, so bringen sie in der Empfangsstation Wirkungen hervor, die mittelst eines Detektors, am besten einer sogenannten Thermozelle, und eines Telephons als Sprache empfunden werden können.

Die folgende Abbildung (Fig. 18) zeigt einen Poulsenapparat für drahtlose Telephonie. Der Lichtbogengenerator (1) mit Magnet läßt die vordere Marmorplatte mit dem Spiritustropfgefäß, dem Handgriff der Kupferelektrode und den Schläuchen der Wasserkühlung erkennen. Die dahinter

stehende Spule (2) und der Drehplattenkondensator (3) bilden das Schwingungssystem, welches wiederum auf die hinter 3 stehende Spule induktiv einwirkt. Diese ist einerseits mit der (in der Abbildung nach oben gehenden) Antenne, anderseits mit dem Mikrophon (4) verbunden, welches an Erde geschaltet ist.

Die linke Seite des Bildes stellt den Empfänger dar. Dieser besteht aus der losen Koppelungseinrichtung (5), einem Resonanzkreise (6) und einem Thermodetektor (7) mit Telephon[1]).

Solche radiotelephonischen Poulsenstationen werden von der C. Lorenz Aktiengesellschaft gebaut und sind nicht nur als feste und Schiffsstationen verwendet, sondern auch in Wagen eingebaut und als fahrbare Stationen ausgebildet. Die Reichweite dieser „Radiotelephonwagen" beträgt bei 30 m hoher Schirmantenne 50 km. Die Wiedergabe der Laute ist klar und ohne störende Nebengeräusche. Die erzielten Reichweiten zeigt folgende Übersicht:

1904 mit 5 m hoher Empfangsantenne und etwa 200 Watt Schwingungsenergie	0,2	km
November 1906 zwischen zwei Stationen der C. Lorenz Aktiengesellschaft	1,5	„
Frühjahr 1907 zwischen zwei Laboratoriumsstationen, Berlin und Weißensee	7,5	„
Kurze Zeit darauf zwischen zwei Schiffen auf der Ostsee	20	„
Sommer 1907 zwischen einer Versuchsstation in Schmargendorf und einer anderen in Weißensee quer über Berlin weg	14	„
September 1907 zwischen der Versuchsstation in Weißensee und einer anderen in Jüterbog	70	„
November 1907 zwischen Poulsenstation in Lyngby und einer Versuchsstation in Weißensee	370	„

b) System Ruhmer.

Ernst Ruhmer wendet ebenfalls den Lichtbogen für sein neues System der drahtlosen Telephonie an. Früher benutzte er, wie Poulsen, Wasserstoff resp. Leuchtgas oder Spiritusdampf als guten Wärmeleiter. Neuerdings[2]) ist er aber von diesem Prinzip abgekommen und läßt seinen Lichtbogen in atmosphärischer Luft brennen. Er bedient sich dazu eines von ihm

[1]) Letzteres steht auf dem Tische vor 6. Seine Leitungsdrähte führen nach 7.

[2]) Vortrag, gehalten am 25. November 1909 vor der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Köln.

besonders konstruierten Hochspannungslichtbogenunterbrechers, der mit hochgespanntem Gleichstrom gespeist wird.

Als Elektroden benutzt er Metalldrähte mit quadratischem Querschnitt. Diese befinden sich auf einer isolierten Rolle und werden durch einen kleinen Elektromotor auf eine andere Rolle abgewickelt. Hierbei gleiten sie über eine dritte davorstehende Rolle, die als Kühlapparat dient. Jede Elektrode ist in derselben Weise armiert, und die Drahtteile, welche über die als Kühler dienenden Nutenrollen gleiten, bilden die eigentlichen Elektroden und lassen sich durch Mikrometerbewegung genau einstellen. Der Funke bleibt konstant, weil fortwährend neue Metallteile vorrücken. Gleichzeitig findet vorzügliche Kühlung statt, und ein starkes elektromagnetisches Gebläse besorgt die Abblasung der Entladung. Jede Unregelmäßigkeit ist ausgeschlossen.

Während der Jahre 1907 und 1908 führte Ruhmer seine Versuche mit diesem Generator in der Umgegend von Brüssel in großem Maßstabe aus. Den primären hochgespannten Gleichstrom lieferten mehrere hintereinander geschaltete 500-Volt-Dynamos, die durch einen Benzinmotor betrieben wurden. Die Lautstärke der im Jahre 1907 übertragenen Gespräche war auf 15 km Entfernung sehr bedeutend. Im folgenden Jahre wurde die Sendestation in den Justizpalast zu Brüssel verlegt, wo sie noch heute im Betrieb befindlich ist. Anfänglich wurde ein Empfänger in 50 km Entfernung auf der Zitadelle in Namur und später in 110 km Abstand auf dem Observatorium in Lüttich installiert. Auch auf den entfernteren Stationen kann das in Brüssel Gesprochene gut verstanden werden. Als Detektor wird ein Thermoelement benutzt, d. h. zwei sich punktförmig berührende Metallstücken von solchen Materialien, die in der thermoelektrischen Spannungsreihe möglichst weit auseinanderstehen.

c) System Telefunken[1]).

Auf der Deutschen Schiffbauausstellung hatte Telefunken einen Apparat für drahtlose Telephonie ausgestellt, dessen Einrichtung die Fig. 19 näher angibt.

Der primäre Gleichstrom kann durch den doppelpoligen Schalter a, die beiden Bleisicherungen, die Widerstände b und die Drosselspule c eingeleitet werden. Letztere sollen verhindern, daß die Hochfrequenzenergie in das Netz zurückströmt. Es folgen dann die sechs hintereinander geschalteten Lichtbogengeneratoren, durch die in e, f, g, d schnelle, ungedämpfte, kontinuierliche Schwingungen erzeugt werden. Auf dieser Leitung liegen ein veränderlicher Kondensator e, eine Selbstinduktion f und ein Hitzdrahtamperemeter g.

---

[1]) Vgl. Partheil, Drahtlose Telegraphie, S. 184—190.

Der Reduzierwiderstand h ist mit den Lichtbogengeneratoren hintereinander geschaltet. Er kann dadurch ausgeschaltet werden, daß der Schalter kurz geschlossen wird. In der Stellung, die das Bild zeigt, ist er eingeschaltet; die Lampen brennen, ohne Schwingungen zu erzeugen; es kann „gehört“ werden. k ist ein parallel zu i liegender Funkenlöschkondensator. Der Antennenkreis ist induktiv mit dem Schwingungskreise verbunden. o ist die Koppelungsspule, n die Abstimmspule und p ein Amperemeter, mit dem parallel geschaltet sich das Mikrophon q befindet, durch dessen Wirkung die Hochfrequenzschwingungen verändert werden. Vor dem Sprechen ist natürlich der Schalter a einzuschalten und der Schalter i nach rechts zu legen. Der Schwingungskreis d, e, f, g wird dann erregt und die Antenne induktiv beeinflußt, die nun durch das Mikrophon modifizierte Wellen aussendet.

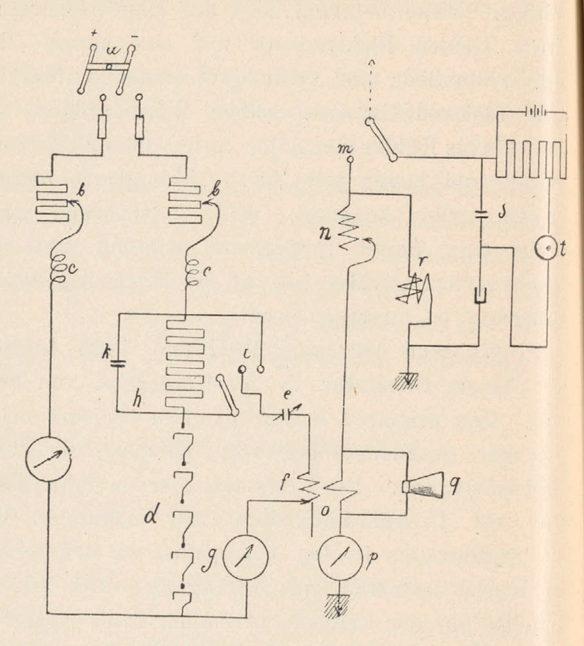


Fig. 19. Schema eines Apparates für drahtlose Telephonie, System Telefunken.

Das „Hören“ vollzieht sich in der Weise, daß der Umschalter m in die aus der Zeichnung ersichtliche Lage gebracht wird und die beiden links angedeuteten Kontakte miteinander verbunden werden. Alsdann ist die Antenne mit dem Variometer r und dem Schlömilchschen[1]) Empfangsapparate S verbunden, und die den Sprachlauten angepaßten Schwingungen können durch das Telephon t abgehört werden. Der Anruf der Station erfolgt nicht telephonisch, sondern auf telegraphischem Wege.

Außer der bereits früher erwähnten 40-km-Verständigung Nauen—Berlin im Dezember 1906 wurde mit einer solchen Station im Dezember 1907 die Strecke Berlin-Westend—Rheinsberg, Entfernung 75 km, unter Verwendung 26 m hoher Masten überbrückt. Neuere Versuche sind nicht bekanntgemacht worden.

---

[1]) Vgl. Partheil, a. a. O., S. 73.

d) System De Forest.

Das „radiotelephonische System" von De Forest[1]) basiert ebenfalls auf der Verwendung eines Lichtbogengenerators. Fig. 20 zeigt das Schaltungsschema vom Sender (links) und Empfänger (rechts).

Sender: A sind die mit Drosselspulen versehenen Zuleitungen von der Stromquelle, C ist eine Kapazität, D und E sind die Spulen des Koppelungstransformators, F die Antenne, die über das Mikrophon G an Erde gelegt wird und H ein mit einer Glühlampe versehener Selbstinduktionskreis zur Kontrolle des Vorhandenseins der Schwingungen. Durch Betätigung des Mikrophons werden die ausgesandten Wellen entsprechend beeinflußt. Der Lichtbogengenerator ist keine eigene Konstruktion von De Forest, sondern stimmt im vollen Umfange mit der Poulsenschen Erfindung überein.

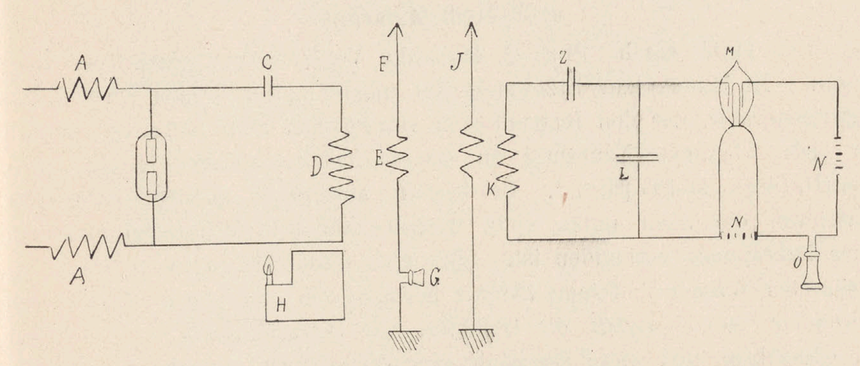


Fig. 20. Schema zur drahtlosen Telephonie, System De Forest.

Empfänger: J ist der Luftleiter mit K, dem Koppelungstransformator, Z und L sind Kapazitäten, N Batterien, M ist eine Ventilröhre und O das Telephon. Die Ventilröhre enthält einen glühenden Faden von Tantalmetall, der die im Innern der Röhre befindliche Luft stark ionisiert. Durch die ankommenden elektromagnetischen Schwingungen wird der Widerstand des ionisierten Gases verändert, wodurch Schwingungen im Telephon erzeugt werden, die mit den durch das Mikrophon gebildeten und ausgesandten übereinstimmen und zu Gehör gebracht werden. De Forest nennt die Ventilröhre „Audion" und stellt sie als neu hin. Sie wurde jedoch bereits 1904 von Fleming angewendet. Also weder der Bogenlichtgenerator noch die Ventilröhre sind neu. Dagegen ist nicht zu bestreiten, daß es De Forest gelungen ist, seine Apparate in höchst kompendiöser Weise zusammenzustellen und sie so zu befähigen, als Bordstationen Verwendung finden zu können. Sie sind daher auf einer großen Anzahl amerikanischer Kriegs-

[1]) „Elektrotechnische Zeitschrift" vom 13. Mai 1909: Über drahtlose Telephonie von Dr. Eugen Nesper.

schiffe eingebaut worden. Ihre Reichweite scheint indes, soweit bis jetzt bekannt geworden ist, keine bedeutende zu sein. Sie sollen nur eine Maximalentfernung von 40 km überbrücken können.

Neuerdings scheint jedoch De Forest über größere Entfernungen zu telephonieren[1]). Er hat ein neues System ausgearbeitet, bei dem der sogenannte „Oszillator“ aus einer direkten Stromquelle von 600 Volt, in Reihe geschaltet mit einem Widerstand, gespeist wird. Beide Elektroden bestehen aus Metall, werden beständig erneuert und durch einfachen Wasserumlauf gekühlt. Die Mikrophone sind imstande, Hochfrequenzströme von 2—4 Amp. auszuhalten und erwärmen sich infolge der ausgezeichneten Kühlung nur mäßig. Die Reichweite soll mit 1 KW bei klarer Sprachverständigung 80—160 km betragen.

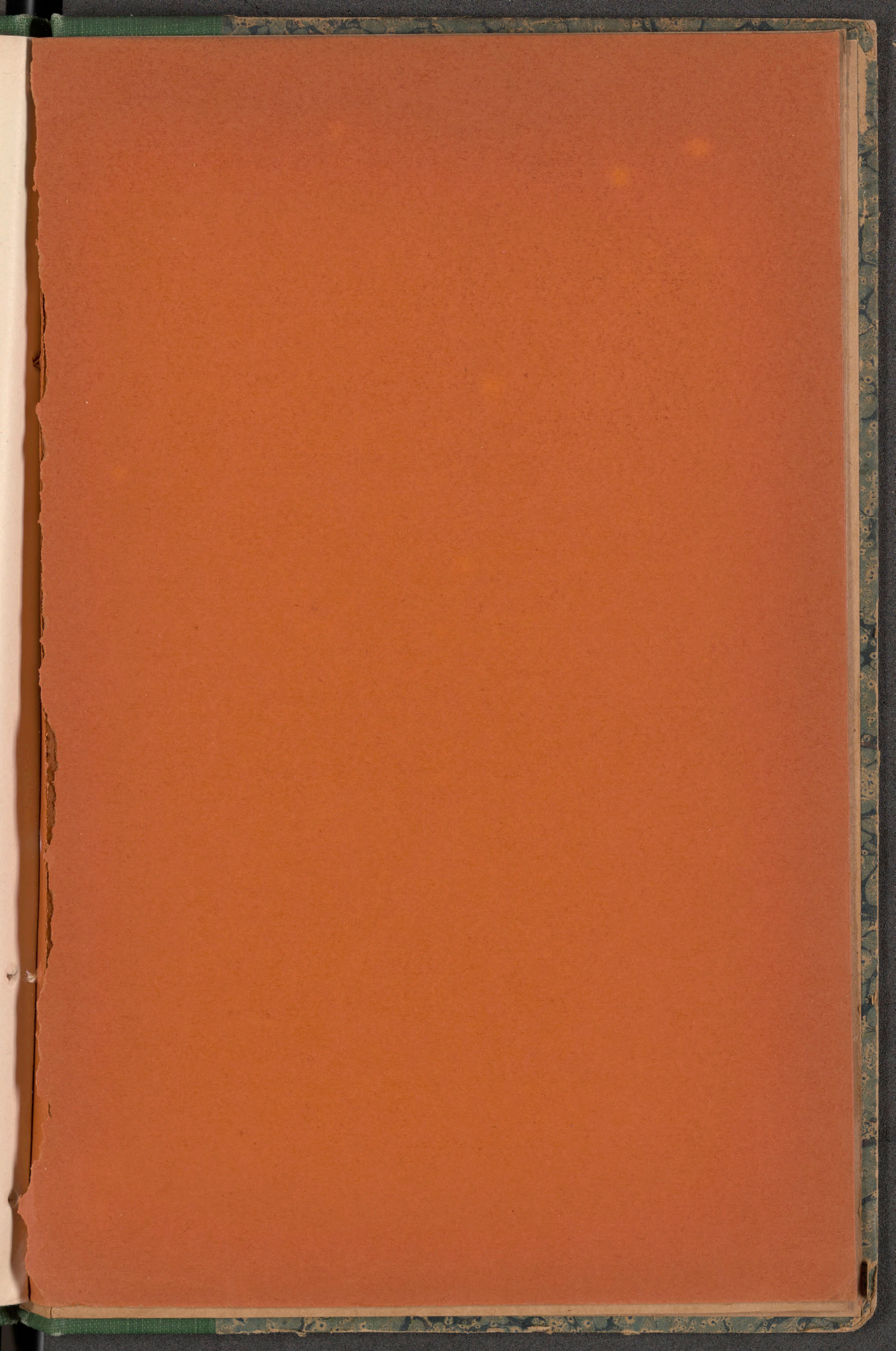
e) System Majorana.

Seit 1904 macht Prof. Q. Majorana Versuche mit drahtloser Telephonie. Er benutzt zur Erzeugung der ungedämpften Wellen einen Lichtbogengenerator, der den Instrumenten von Poulsen und Telefunken ähnlich ist. Die wichtigste Neuerung an seinem Instrumentarium ist sein „hydraulisches Mikrophon“. Es besteht aus einer dünnen, elastischen Glasröhre, die nach unten spitz zuläuft und seitlich mit der Membran eines Mikrophons verbunden ist. Läßt man durch die Röhre schwach angesäuertes Wasser in feinem Strahle herauslaufen und spricht man in das Mikrophon, so überträgt die Membran ihre Schwingungen auf die Wand der Glasröhre, und diese beeinflußt den Wasserstrahl derart, daß er sich in einzelne Tropfen auflöst. Diese Tropfenbildung richtet sich genau nach der Art der Laute. Senkrecht unter dem Wasserstrahle liegen zwei Platinelektroden, deren Leitung durch den Wasserstrahl geschlossen wird. Durch die Tropfenbildungen entstehen Stromschwankungen, die den Schwingungen der Mikrophonmembran entsprechen.

Mit diesem eigenartigen Mikrophon ermöglichte Majorana auf gewöhnlichen Telephonlinien eine Verständigung auf 3000 km. Ferner wurde von ihm eine drahtlose Nachrichtenübertragung zwischen den Stationen Monte Mario in Rom und Trapari in Sizilien, die 500 km voneinander entfernt sind, erreicht.

---

[1]) El. Rev. u. West. El., Bd. 56, 1910, S. 108.



Druck von A. W. Hayn's Erben (Curt Gerber), Potsdam.

